UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Tecnologia Solar Residencial: Inserção de Aquecedores Solares de Água no Distrito de Barão Geraldo - Campinas

Autora: Fabiana Karla de O. Martins Varella
Orientador: José Tomaz Vieira Pereira

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA

Tecnologia Solar Residencial: Inserção de Aquecedores Solares de Água no Distrito de Barão Geraldo - Campinas

Autora: Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella
Orientador: José Tomaz Vieira Pereira

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Dissertação de mestrado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2004
S.P . – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

V423t

Varella, Fabiana Karla de Oliveira Martins
Tecnologia solar residencial: inserção de aquecedores solares de água no distrito de Barão Geraldo – Campinas / Fabiana Karla de Oliveira MartinsVarella. --Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: José Tomaz Vieira Pereira
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Coletores solares. 2. Aquecedores solares de água. 3. Energia solar térmica. 4. Energia solar. I. Pereira, José Tomaz Vieira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Titulo em Inglês: Residential solar technology: insertion of solar water heaters in Barão Geraldo, district of Campinas
Palavras-chave em Inglês: Insertion of solar collector, solar heating of water, Solar technology
Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos
Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica
Banca examinadora: Carla Kazue Nakao Cavaliero e Luiz Guilherme Meira de Souza
Data da defesa: 30/07/2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Tecnologia Solar Residencial: Inserção de Aquecedores Solares de Água no Distrito de Barão Geraldo - Campinas

Autora: Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella
Orientador: José Tomaz Vieira Pereira

_____

Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira, Presidente
DE/FEM/UNICAMP

_____

Profa. Dra. Carla Kazue Nakau Cavaliero
DE/FEM/UNICAMP

_____

Prof. Dr. Luiz Guilherme Meira de Souza
FEM/UFRN

Campinas, 30 de julho de 2004.

Dedicatória:

Dedico este trabalho à meus pais Américo M. Varela e Albaniza de O. Varela e meus irmãos Fábio Christian de O. M. Varella e Flávia Karla de O. M. Varella (*in memoriam*).

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser realizado sem a colaboração de algumas pessoas e entidades às quais presto minha homenagem:

Agradeço inicialmente a CAPES pelo suporte financeiro.

A Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL que contribuiu com dados essenciais para a realização desse trabalho. Em especial ao Eloi pela atenção e amizade.

Ao Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira pela orientação, paciência, confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter e a Profa. Dra. Elizabeth Marques Duarte Pereira cujas acertadas sugestões no exame de qualificação permitiram melhorar a qualidade do trabalho.

A Profa. Dra. Eliana Heiser de Freitas Marques que muito gentilmente indicou os alunos do IMECC/UNICAMP Tatiana Buratto Bordin e Gabriel Coelho Gonçalves de Abreu a ajudarem na parte estatística.

Aos Profs. Drs. Ennio da Silva Peres, Sérgio Waldir Bajay e Moacyr Trindade de Oliveira Andrade pela amizade, carinho e contribuição em minha formação acadêmica.

Aos funcionários da FEM/UNICAMP, com particular agradecimento aos amigos Neusinha, Rodrigues (RÔ), Ana Paula e Sônia (CPG).

A todos os meus amigos do Curso de Planejamento de Sistemas Energéticos pelo apoio e amizade. Especialmente a Adriano, Rodolfo (ROD), Raul (CANTOR), Fabiana Viana (FABIZINHA), Lydiane (LY), Rodrigo (PROFESSOR), Godfrey(OK), Gheisa (GE), Daniel (DANINHO) e Ana (FOFINHA).

A Jane (MAMA) por ter me adotado como filha durante todo o período do mestrado. Muito obrigada pela amizade, carinho em todos os momentos, conselhos, contribuições em meu trabalho, amor e companheirismo.

A Cleci pelo apoio, carinho, incentivo, amizade, companheirismo e por ter compartilhado a sala 312 (Finalmente!).

A minha querida amiga Kamyla (MYLA) pelo equilíbrio, força, carinho, incentivo, confiança e momentos inesquecíveis em nossa casinha de bonecas.

A "Carlinha mãe da Alice" pelo carinho de sempre, pela amizade, por ser essa pessoa tão doce e de fato inesquecível.

Ao meu querido amigo Robert Cooper pela amizade, carinho, confiança, incentivo, apoio e força.

A minha família – Painho, Mainha, Binho e Flá – pelo apoio e confiança que depositaram em mim. Que serviram de alicerce para minha permanência aqui.

Aos meus amigos e familiares, maioria deles residentes em Natal/RN, pela força e incentivo. Especialmente à minhas tias Ana Luzia, Ana Célia, Alzenir, Ana Márcia, Marília e Socorro, minha bisavó Adelmana, vovó Darci, vovó Voeza (*in memoriam*), aos amigos Ana Paula (MANINHA), Patrícia (PAT), Érica (KEKA), Rodrigo (SÓCIO MAR), Luiz Eduardo (DUDU) e Alexandre (XANDÃO).

A vovô Tácito Varela (*in memoriam*) que sempre acreditou em mim, me apoiou e incentivou para estar realizando mais esse objetivo em minha vida.

A todos aqueles que não citei, mas que me incentivaram e acreditaram na realização desse trabalho, muito obrigada!

“A energia solar não é sonho, é realidade”.
Fabiana Varella

Resumo

VARELLA, Fabiana Karla de O. M, Tecnologia solar residencial: inserção de aquecedores solares de água no distrito de Barão Geraldo, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004. 117 p. Dissertação (Mestrado).

O mercado de aquecimento solar de água vem crescendo desde a década de 90, porém há falta de informações sobre estudos de caso que avaliem a inserção de aquecedores solares de água nos domicílios brasileiros. Visando contribuir para reduzir essa carência o presente trabalho tem como objetivo avaliar a inserção de aquecedores solares de água no distrito de Barão Geraldo, Campinas-SP. A avaliação foi efetuada através de um plano amostral aleatório estratificado, pois essa metodologia permite conhecer melhor as características próprias de cada segmento da região estudada. Foi necessária a construção de um cadastro para a população pertencente ao distrito de Barão Geraldo, a realização de uma amostra piloto, e por fim, uma amostra final. Após a elaboração do cadastro foram desenvolvidos três questionários para revendedores autorizados, fabricantes e consumidores. O resultado dos questionários aplicados aos consumidores mostra que 19% (com margem de erro máximo de ±5%) dos domicílios do distrito de Barão Geraldo possuem aquecedor solar, ou seja, 1.800 domicílios. Foi realizada a análise do perfil de consumo de energia elétrica dos domicílios por posse de aquecedor solar de água, no período de 1999 a 2003. Verificou-se que os domicílios com aquecedor solar estão consumindo mais energia elétrica do que aqueles que não o tem. Porém, não foi avaliado se esses domicílios consomem mais energia elétrica após a instalação do aquecedor solar.

Palavras Chave

Inserção coletor solar, aquecimento solar de água, tecnologia solar

Abstract

VARELLA, Fabiana Karla de O. M, Residential solar technology : Insertion of solar water heaters in Barão Geraldo, district of Campinas, Campinas: Faculty of Mechanical Engineering, Campinas State University, 2004. 117 p. Dissertation (Master).

The market of solar water heating is growing since the decade of 1990, however there is a lack of information on case studies that evaluate the insertion of solar water heaters in Brazilian dwellings. In order to supply that lack, the present work aims at evaluating the insertion of solar water heaters in Barão Geraldo, district of Campinas-SP. The evaluation was made through a stratified aleatory sample plan, which allows to know the characteristics of each segment of the studied area. It was necessary to create a database of Barão Geraldo population, to accomplish a pilot sample and a final sample. After the elaboration of the database three questionnaires were developed for resellers, manufacturers and consumers. The result of the applied questionnaires to the consumers shows that 19% (with maximum error margin of ±5%) of the dwellings of Barão Geraldo district possesses solar heaters, i.e. , 1.800 dwellings. The analysis of electric power consumption of the dwellings was realized by ownership of solar water heater, in the period from 1999 to 2003. It was verified that the dwellings with solar heaters consume more electric power than the ones that don't possess it. However, it wasn't evaluated if those dwellings consume more electric power after the installation of the solar heaters.

Key Words
Insertion of solar collector, solar heating of water, solar technology

Sumário

Lista de figuras	iii
Lista de tabelas	vi
Nomenclatura	viii
1. Introdução	1
2. A tecnologia solar de aquecimento de água no setor residencial	5
2.1 Tecnologia solar de aquecimento de água residencial	5
2.2 Inserção de aquecimento solar de água no Brasil e no mundo	11
2.2.1 No mundo	11
2.2.2 No Brasil	13
2.3 Panorama do mercado de aquecimento de água no Brasil	16
2.4 A pesquisa de coletores solares não convencionais no Brasil	24
3. O consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro	31
3.1 Participação do consumo de eletricidade no setor residencial	31
3.1.1 Consumo residencial de eletricidade na Região Metropolitana de Campinas e do Município de Campinas	37
3.2 Aquecimento de água no setor residencial brasileiro	39
3.3 Aquecimento de água na área de concessão da CPFL	43
3.4 Uso racional da energia elétrica e o consumidor	45
4. Estudo de caso: distrito de Barão Geraldo – município de Campinas	50
4.1 Região Metropolitana de Campinas e Município de Campinas	50
4.2 Caracterização sócio-econômica e demográfica do distrito de Barão Geraldo (desenvolvimento urbano e espaço físico)	55

4.3 Caracterização do clima do município de Campinas 59
5. Metodologia da pesquisa 63
5.1 Metodologia aplicada na pesquisa: plano amostral utilizado 63
5.1.1 Amostra aleatória estratificada: elaboração do cadastro, divisão dos estratos e aplicação do plano amostral 63
5.1.1.1 Elaboração do cadastro 64
5.1.1.2 Embasamento teórico 66
5.1.1.2.1 Cálculo do tamanho da amostra 66
5.1.1.2.2 Importância da amostra piloto 68
5.1.1.2.3 Amostragem estratificada 68
5.1.1.2.4 Tamanho amostral do estrato 69
5.1.1.2.5 Amostragem estratificada para proporções 69
5.1.1.3 Divisão dos estratos 70
5.1.1.4 Amostra piloto 70
5.1.1.5 Amostra final 71
5.1.1.6 Sorteio dos domicílios 72
5.1.2 Elaboração e aplicação dos questionários utilizados na pesquisa 73
5.1.3 Resultados dos questionários aplicados na pesquisa 79
5.1.3.1 Revendedor 79
5.1.3.2 Fabricante 81
5.1.3.3 Consumidor 83
6. Análise dos resultados 92
6.1 Análise dos dados: agrupamento por classes sociais e por posse de aquecedor solar 92
6.2 Análise do consumo de energia elétrica: período de 1999-2003 96
6.3 Análise do perfil da amostra: por posse de aquecedor solar e por classe social 99
7. Conclusões e sugestões para próximos trabalhos 106
Referências Bibliográficas 110

Lista de Figuras

Figura 2.1 Fluxograma das aplicações práticas da energia solar 6
Figura 2.2 Coletor solar plano fechado 7
Figura 2.3 Coletor solar plano aberto 7
Figura 2.4 Reservatório térmico (Boiler) 8
Figura 2.5 Evolução do mercado de aquecimento solar 9
Figura 2.6 Circulação natural ou termossifão 10
Figura 2.7 Mercado europeu de energia solar térmica 12
Figura 2.8 Coletor solar do programa desenvolvido na Flórida 13
Figura 2.9 Sistema de aquecimento de água instalado em Contagem/MG 14
Figura 2.10 Produção de coletores solares no mundo (mil/m^2) 15
Figura 2.11 Área coletora instalada (m^2) por 1000 habitantes 16
Figura 2.12 Etiqueta do INMETRO 18
Figura 2.13 Nova etiqueta INMETRO de classificação de coletores solares 20
Figura 2.14 Antiga classificação dos coletores brasileiros (aplicação banho) 21
Figura 2.15 Nova classificação dos coletores brasileiros (aplicação banho) 21
Figura 2.16 Evolução do mercado de aquecimento solar 22
Figura 2.17 Sistema de aquecimento alternativo de Souza 25
Figura 2.18 Sistema ASBC 26
Figura 2.19 Detalhe das aletas na rede de tubos de PVC e início da concretagem do coletor 27
Figura 2.20 Esquema dos componentes do sistema de aquecimento solar de água Mineração Jundu 29
Figura 2.21Esquema do Pré-Aquecedor Solar 30
Figura 3.1 Evolução do consumo de energia elétrica total (GWh) No Brasil, Região Sudeste e Estado de São Paulo 32
Figura 3.2 Participação das regiões brasileiras no consumo total de eletricidade ano 2002 32
Figura 3.3 Evolução no consumo de eletricidade no setor residencial brasileiro 33
Figura 3.4 Consumo de eletricidade no setor residencial brasileiro (2000-2002) 33
Figura 3.5 Consumo brasileiro de eletricidade por setor 34
Figura 3.6 Evolução do consumo final do setor residencial por fonte (10^3tEP) 35
Figura 3.7 Participação em porcentagem dos equipamentos no consumo residencial – Brasil 36
Figura 3.8 Participação em porcentagem de eletrodomésticos no consumo de eletricidade 37

residencial
Figura 3.9 Consumo de energia elétrica – Região Metropolitana de Campinas, 2000 38
Figura 3.10 Consumo de energia elétrica por setor – RMC, 2000 38
Figura 3.11 Consumo de energia elétrica (GWh) município de Campinas (1988/2000) 39
Figura 3.12 Evolução do consumo de energia elétrica (GWh) município de Campinas (1988-2000) 39
Figura 3.13 Participação de eletrodomésticos na carga residencial da CPFL 43
Figura 3.14 Medidas de combate ao desperdício de energia (em porcentagem) 47
Figura 4.1 – Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo 50
Figura 4.2 Regiões Metropolitanas de São Paulo 51
Figura 4.3 Região Metropolitana de Campinas 52
Figura 4.4 Distribuição relativa da população do Município de Campinas 53
Figura 4.5 Evolução da população dos Distritos do Município de Campinas 54
Figura 4.6 População total por Distrito (1991, 1996 e 2000) 57
Figura 4.7 Classificação climática das regiões brasileiras 60
Figura 4.8 Regiões Solarimétricas do Estado de São Paulo 62
Figura 5.1 Delimitação do distrito de Barão Geraldo pelo IBGE 65
Figura 5.2 Intervalo de confiança para proporção populacional 68
Figura 5.3 Carta de Apresentação 74
Figura 5.4 Questionário Revendedor Autorizado 75
Figura 5.5 Questionário Fabricante 76
Figura 5.6 Questionário Consumidor 77
Figura 5.7 Empresas revendedoras de aquecedor solar no DBG 80
Figura 5.8 Estimativa dos custos de produção de aquecedores solares 82
Figura 5.9 Inserção de aquecedores solares no DBG 83
Figura 5.10 Quantidade de pessoas por domicílio sem aquecedor solar 84
Figura 5.11 Quantidade de chuveiros por domicílio sem aquecedor solar 84
Figura 5.12 Motivos por não possuir aquecedor solar 85
Figura 5.13 Participação dos equipamentos para aquecer água nos 9% que não utilizam chuveiro elétrico 86
Figura 5.14 Quantidade de pessoas por domicílio com aquecedor solar 86
Figura 5.15 Tempo de aquisição do aquecedor solar 87
Figura 5.16 Quantidade de placas por domicílio amostrado 87
Figura 5.17 Motivos por adquirir aquecedor solar 88
Figura 5.18 Satisfação com o uso do aquecedor solar 88
Figura 5.19 Estimativa da economia do consumo de energia elétrica 89
Figura 5.20 Quantidade de chuveiros elétricos nos domicílios com aquecedor solar 89
Figura 5.21 Uso paralelo de outros equipamentos ao aquecedor solar 90
Figura 6.1 Classes sociais por rendimento médio domiciliar – Brasil 95
Figura 6.2 Porcentagem de bairros por classe analisados neste capítulo 96
Figura 6.3 Consumo médio mensal dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar 97
Figura 6.4 Consumo médio anual dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar 97
Figura 6.5 Consumo médio mensal de energia elétrica dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2003 98
Figura 6.6 Consumo médio anual de energia elétrica dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2003 98
Figura 6.7 Consumo médio de energia elétrica anual (kWh) dos 43 domicílios com aquecedor solar 100

Figura 6.8 Consumo médio de energia elétrica anual (kWh) dos 172 domicílios sem aquecedor solar 100
Figura 6.9 Perfil do consumo de energia elétrica anual de dois domicílios pertencentes ao mesmo bairro com aquecedor solar de água 102
Figura 6.10 Consumo médio de energia elétrica do bairro Cidade Universitária no período de 1999 a 2003 por posse de aquecedor solar 104
Figura 6.11 Consumo médio de energia elétrica dos 215 domicílios analisados no período de 1999 a 2003 por posse de aquecedor solar 104
Figura 6.12 Questionário(2) Consumidor 105

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Faixas de classificação 19
Tabela 2.2 Faixas da nova classificação (banho/acoplado) 19
Tabela 3.1 Consumo de energia por combustível no setor residencial brasileiro 1991-2001 34
Tabela 3.2 Modelos de equipamentos comercializados no Brasil 40
Tabela 3.3 Posse de equipamentos para aquecer água – BRASIL e regiões 41
Tabela 3.4 Presença do chuveiro elétrico nas concessionárias da região sudeste (com exceção do Espírito Santo) 42
Tabela 3.5 Período de uso do chuveiro elétrico por regiões (em porcentagem) 42
Tabela 3.6 Participação dos equipamentos para aquecimento de água na área de concessão da CPFL (%) 44
Tabela 3.7 Relação da faixa de consumo (kWh) com a área residencial (m^2) 44
Tabela 3.8 Participação do chuveiro elétrico, por faixa de consumo, na área de concessão da CPFL 45
Tabela 3.9 Índice de domicílios brasileiros que adotam medidas para conservação de Energia 46
Tabela 3.10 Medidas de combate ao desperdício de energia da população amostrada 47
Tabela 4.1 Regiões Metropolitanas, Estado de São Paulo e Brasil – Área e População 52
Tabela 4.2 Distribuição da população pertencente ao Município de Campinas 53
Tabela 4.3 Distribuição relativa (%) dos Distritos do Município de Campinas 54
Tabela 4.4 Distribuição da população total, urbana e rural nos Distritos do Município de Campinas 57
Tabela 4.5 Renda média nominal do chefe de família em salários mínimos por Distritos 59
Tabela 4.6 Dados climáticos do município de Campinas 60
Tabela 4.7 Dados das regiões solarimétricas do Estado de São Paulo 62
Tabela 5.1 Divisão dos Bairros do distrito de Barão Geraldo 66
Tabela 5.2 Divisão dos estratos 70
Tabela 5.3 Amostra Piloto 71
Tabela 5.4 Amostra final 72
Tabela 5.5 Exemplo do sorteio de domicílios 73

Tabela 5.6 Empresas Revendedoras em Campinas/SP 80
Tabela 5.7 Inserção de aquecedores solares nos bairros do DBG 90
Tabela 6.1 Separação dos bairros do Distrito de Barão Geraldo por classes sociais 93
Tabela 6.2 Classes sociais por rendimento médio 93
Tabela 6.3 Quantidade de Unidades Consumidoras - UC's analisadas 94
Tabela 6.4 Quantidade inicial e final de UC's analisdas 94
Tabela 6.5 Quantidade de domicílios com e sem aquecedor solar de água por classe social 95
Tabela 6.6 Quantidade de domicílios com aquecedor solar agrupados por bairros e classe social 96
Tabela 6.7 Consumo médio mensal e anual de energia elétrica por posse de aquecedor solar 96
Tabela 6.8 Consumo médio mensal e anual de energia elétrica por posse de aquecedor solar e por classe 97
Tabela 6.9 Quantidade de UC's pelo tempo de aquisição do aquecedor solar por classe social 102

Nomenclatura

Abreviações

DBG – Distrito de Barão Geraldo

UC – Unidade Consumidora

Siglas

ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ASBC – Aquecedor Solar de Baixo Custo

BEN – Balanço Energético Nacional

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CEPAGRI – Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura

CIETEC – Centro Incubador de Empresas Tecnológicas

CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

DASOL – Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IPI – Impostos sobre Produtos Industrializados

INT – Instituto Nacional de Tecnologia

MME – Ministério de Minas e Energia

NEPET – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica

pH – Potencial Hidrogeniônico

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RMC – Região Metropolitana de Campinas

SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente

Capítulo 1

Introdução

A introdução dos coletores solares no mercado brasileiro teve início na década de 70, porém foi marcada por uma imagem negativa desta tecnologia, devido à utilização de processos inadequados de fabricação e conhecimento técnico insuficiente. Já na década de 80, surgiram as primeiras normas brasileiras, testes de produtos e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. A partir da década de 90 o mercado brasileiro foi crescendo, as indústrias de coletores se fortalecendo e se profissionalizando, ensejando o início do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE de coletores solares planos para aquecimento de água para o banho e piscina.

Mesmo com a participação no Programa Brasileiro de Etiquetagem sendo voluntária, muitas empresas fabricantes de coletores solares aderiram ao programa, comprometendo-se junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO de comercializarem somente produtos etiquetados.

Segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA (2003), o número de empresas associadas vem crescendo desde o fim de 1999, consolidando-se em 2001, ano em que o mercado de aquecimento solar de água apresentou significativo crescimento. Enquanto em 1999 existiam apenas 14 empresas associadas à ABRAVA, em 2001 este número praticamente dobrou, chegando a cerca de 30 empresas.

Observa-se que o crescimento do mercado brasileiro de aquecimento de água foi promovido a partir da divulgação dos benefícios da energia solar, da isenção de impostos obtidos pelo setor, do financiamento pela Caixa Econômica Federal e, por fim, do racionamento e incertezas no fornecimento de energia elétrica.

A aplicação desta tecnologia solar vem aumentando em conjuntos habitacionais e casas populares, como os projetos Ilha do Mel (Paraná), Projeto Cingapura (São Paulo), Projeto Sapucaias (Minas Gerais), entre outros (ABRAVA, 2003). Em países como o Japão, EUA, Israel, Alemanha, Grécia, Áustria e China o uso de aquecedores solares vem crescendo efetivamente desde a década de 70 (TÔRRES, 1976). Em Israel, a instalação de sistemas de aquecimento solar de água é exigida por lei desde 1980 (REW, 2000).

Apesar do crescimento do mercado brasileiro de aquecimento solar de água observado nos últimos anos, e da considerável inserção da tecnologia solar de aquecimento de água, a quantidade de coletores instalados no Brasil ainda é tímida comparada com outros países.

1.1 Justificativa

Diante do panorama exposto e devido à carência de informações sobre estudos de caso que avaliem a inserção de aquecedores solares nos domicílios brasileiros, este trabalho pretende trazer sua contribuição e incentivar a pesquisa nesta área.

1.2 Objetivos

Os objetivos do presente trabalho são:

- Avaliar a inserção da tecnologia solar residencial: aquecedor solar de água no distrito de Barão Geraldo, por classes sociais, definidas pelo rendimento médio familiar;
- Analisar o perfil de consumo de energia elétrica dos consumidores com ou sem posse de aquecedor solar de água.

1.3 Apresentação da Dissertação

Esta pesquisa está estruturada em sete capítulos. No capítulo 2 é apresentada uma breve descrição da tecnologia solar residencial, em seguida, aborda-se a inserção de aquecedores solares no mundo e no Brasil. Por fim, mostra-se o panorama da evolução do mercado de aquecimento solar brasileiro, além da participação das empresas e pesquisadores brasileiros no desenvolvimento de tecnologias não convencionais de aquecimento solar de água.

No capítulo 3 é mostrada a participação do consumo de eletricidade no setor residencial brasileiro e, também, na Região Metropolitana de Campinas, com foco no município de Campinas/SP, em particular no distrito de Barão Geraldo. No consumo de energia elétrica no segmento residencial do Brasil e município de Campinas, os estudos se concentraram na participação do aquecimento de água. O capítulo é finalizado com uma abordagem sobre o uso racional de energia elétrica evidenciando medidas de combate ao desperdício de energia elétrica.

No capítulo 4 é apresentado o estudo de caso com a caracterização sócio-econômica e demográfica do distrito de Barão Geraldo, além da própria caracterização climatológica do município de Campinas, indispensável para a definição do uso de coletores solares.

A metodologia utilizada nesta pesquisa, que corresponde ao plano amostral aleatório estratificado é apresentada no Capítulo 5. Descreve-se a metodologia, desde a escolha do plano amostral para a realização do trabalho até as etapas e barreiras que precisaram ser vencidas para a obtenção do cadastro da população pertencente ao distrito de Barão Geraldo. Após a elaboração do cadastro foram desenvolvidos três diferentes questionários para revendedores autorizados, fabricantes e consumidores, com o objetivo de conhecer melhor o mercado de aquecimento solar no distrito de Barão Geraldo e, por fim, obter informações sobre a inserção do aquecedor solar neste mesmo distrito.

No capítulo 6 é apresentada a análise do consumo de energia elétrica dos domicílios amostrados pertencentes ao distrito de Barão Geraldo com posse ou não de aquecedor solar, no período compreendido de janeiro de 1999 a dezembro de 2003. Por fim, faz-se uma análise do perfil dos consumidores por posse de aquecedor solar de água.

Finalmente, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e recomendações deste trabalho.

Capítulo 2

A tecnologia solar de aquecimento de água no setor residencial

O presente capítulo apresenta o panorama do mercado de aquecimento solar de água no Brasil, a tecnologia solar residencial utilizada para aquecimento de água, a inserção do aquecimento solar de água no mundo e no Brasil, e por fim, apresenta as pesquisas realizadas por alguns pesquisadores brasileiros de universidades e empresas. Tais estudos desenvolveram soluções tecnológicas de baixo custo substituindo os materiais dos aquecedores solares de água convencionais por materiais não-convencionais.

2.1 Tecnologia solar de aquecimento de água residencial

Dioffo (1976) descreve as várias áreas de utilização da energia solar, sendo a energia solar suscetível a diversas formas de aproveitamento, como em utilizações puramente térmicas (aquecedores de água, destiladores, fogões solares); conversão termodinâmica (motor, turbina e refrigeração solares) e conversão direta em eletricidade (painéis solares fotovoltaicos).

Pereira et al (2003) separa as aplicações práticas da energia solar térmica em dois grupos, energia solar ativa e energia solar passiva, conforme Figura 2.1.

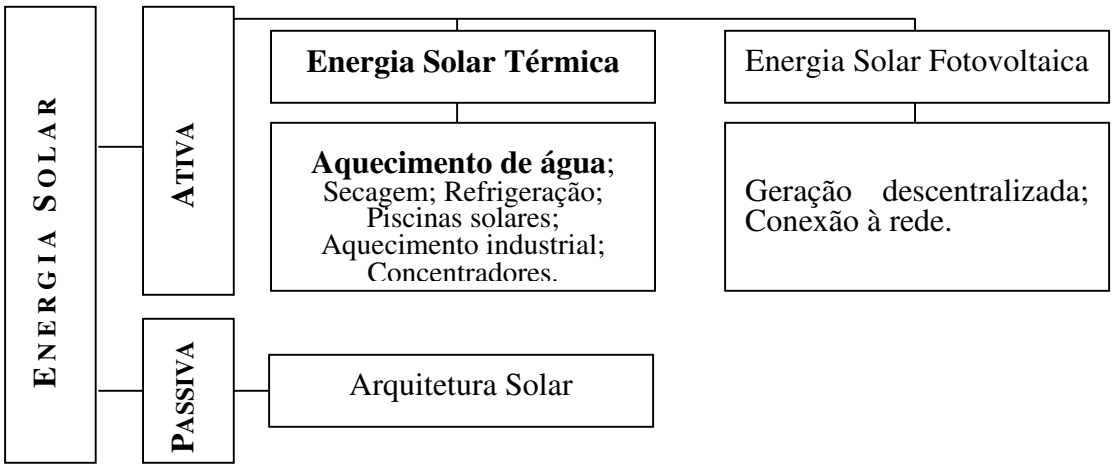


Figura 2.1 - Fluxograma das aplicações práticas da energia solar
Fonte: Pereira et al, 2003.

No processo de aproveitamento da energia solar, convertendo-a em energia térmica, encontra-se a tecnologia de aquecimento de água para finalidades residenciais e comerciais, que utiliza o coletor solar plano. Segundo Fraidenraich (2002), o coletor solar plano é conhecido como o equipamento mais popular da tecnologia solar.

De acordo com a ABRAVA (2003), o mercado para aplicações da energia solar no aquecimento de água, no país, abrange residências unifamiliares, hospitais, hotéis, motéis, vestiários e restaurantes industriais; sendo também cada vez mais empregada no aquecimento de piscinas.

Os sistemas de aquecimento solar de água podem ser separados em dois grandes grupos: termo-sifão e circulação forçada, sendo compostos por coletores solares (placas de absorção), reservatório térmico (*boiler*), tubulação para circulação da água, sistema auxiliar de aquecimento elétrico e equipamentos auxiliares, como termostato, motobomba, termopares e outros.

A maior parte do aquecimento de água, através do uso de coletores solares planos a baixas temperaturas é realizada através de coletores solares planos fechados ou abertos. A escolha de um ou outro varia de acordo com a temperatura desejada. Os coletores utilizados para aquecer água a temperaturas ao redor de 60ºC são os chamados coletores solares fechados. Uma visão explodida desse coletor é mostrada na Figura 2.2. Enquanto os coletores abertos (Figura 2.3) são

recomendados para aquecimento de piscinas, por operarem com temperaturas variando entre 28 e 30ºC.

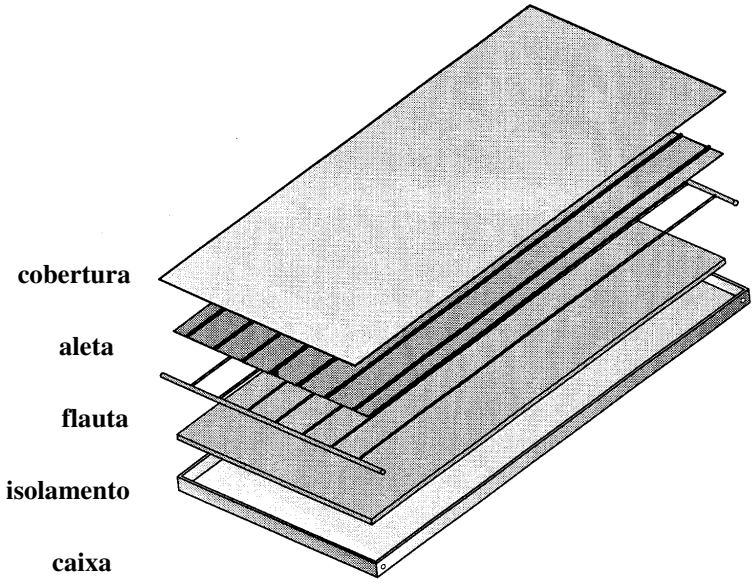


Figura 2.2 -Coletor solar plano fechado - vista explodida.
Fonte: Pereira et al, 2003.

A constituição básica do coletor solar plano fechado inclui caixa externa (geralmente perfil de alumínio ou chapa dobrada), isolamento térmico (a lã de vidro é o material mais utilizado na indústria brasileira para esta função), tubos ou flauta (normalmente de cobre devido a sua alta condutividade térmica e resistência à corrosão), placa absorvedora e aletas (em cobre ou alumínio), cobertura transparente (geralmente de vidro) e vedação (McVEIGH, 1977).

Figura 2.3 - Coletor solar plano aberto
Fonte: Soletrol, 2003.

Os coletores solares planos abertos, diferentemente dos fechados, não possuem, em sua constituição, caixa externa, isolamento térmico e cobertura transparente, sendo normalmente fabricados em materiais termoplásticos, polipropileno, EPDM (Etileno Propileno) e borrachas especiais (PEREIRA et al, 2003).

A água aquecida no coletor solar plano é armazenada em reservatório térmico, chamado de boiler. Os reservatórios podem ser abertos (não pressurizados) ou fechados (pressurizados), sendo os reservatórios fechados os mais comumente utilizados, pois são adequados às instalações de pequeno, médio e grande porte. Os boilers (Figura 2.4) apresentam uma geometria cilíndrica, com o corpo interno geralmente em cobre ou aço inoxidável. Na proteção externa, o material mais largamente utilizado é o alumínio, seguido do aço galvanizado ou aço carbono pintado.

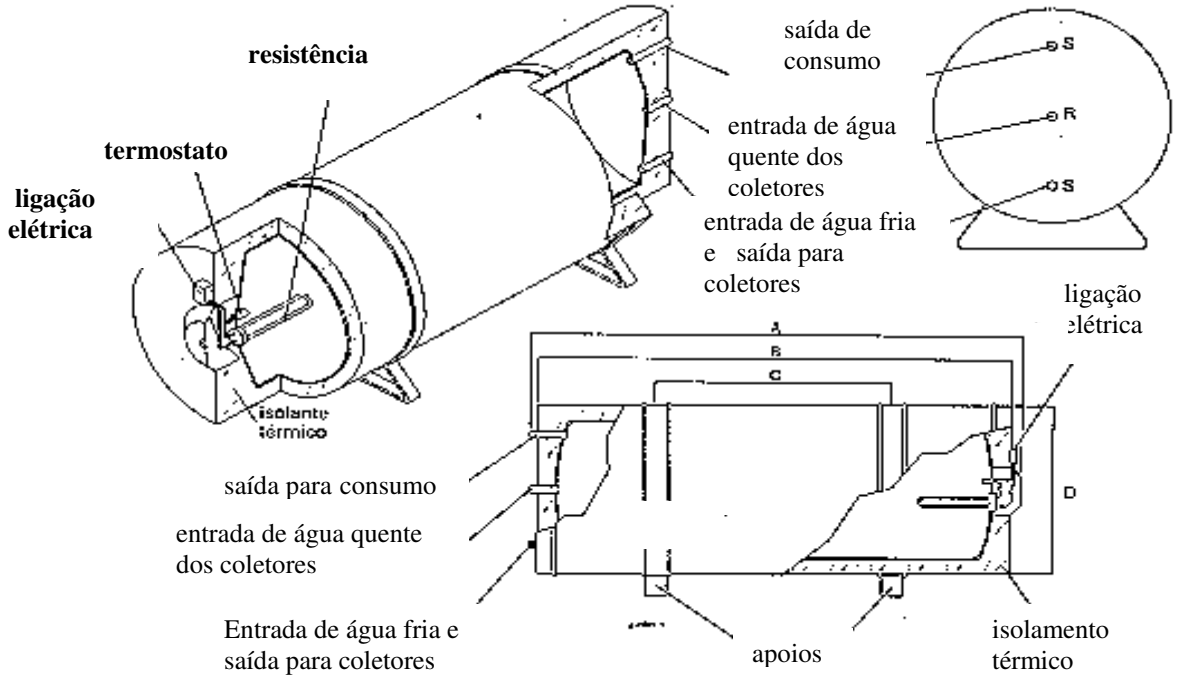


Figura 2.4 - Reservatório térmico (*Boiler*)
Fonte: Transen, 2003.

O isolamento térmico do *boiler* minimiza a transferência de calor da água contida no interior do reservatório para o meio externo. Normalmente, os *boilers* apresentam um sistema auxiliar elétrico de aquecimento, como forma de complemento para suprir o sistema de energia em períodos de baixa insolação ou excessivo consumo de água. A resistência elétrica que atua

dentro do boiler é regulada através de um termostato, que pode ser acionado manualmente, pelo próprio usuário, ou automaticamente, para manter a temperatura da água na faixa desejada, usualmente entre 50 e 60ºC.

A água que percorre o interior dos coletores solares planos pode circular de forma natural ou forçada. Geralmente, os sistemas de aquecimento de água com circulação natural (termossifão) são recomendados para instalações de pequeno porte, como residências unifamiliares, prédios pequenos ou sistemas independentes. Já nas instalações de médio e grande porte, utiliza-se o sistema de circulação forçada.

As Figuras 2.5 e 2.6 apresentam os componentes básicos de uma instalação tipo termossifão e tipo forçada, respectivamente.

1 caixa d'água
2 reservatório térmico
3 coletores solares
4 suspiro
5 alimentação dos coletores
6 retorno dos coletores
7 alimentação de água fria
8 consumo de água quente

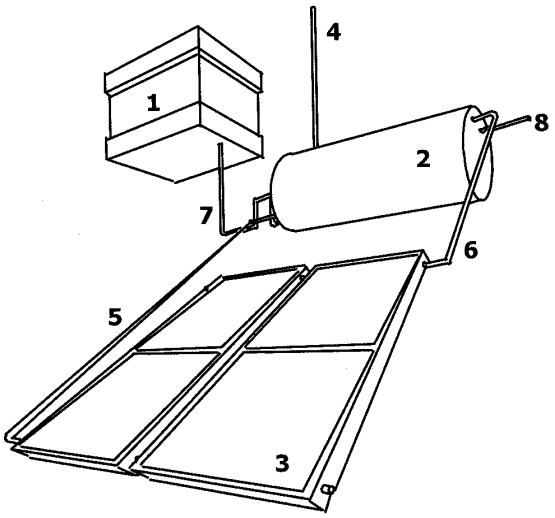


Figura 2.5 - Circulação natural ou termossifão
Fonte: Mesquita, 1999.

1 caixa d'água
2 reservatório térmico
3 coletores solares
4 respiro
5 alimentação dos coletores
6 retorno dos coletores
7 alimentação de água fria
8 consumo de água quente
9 motobomba hidráulica
10 quadro de comando

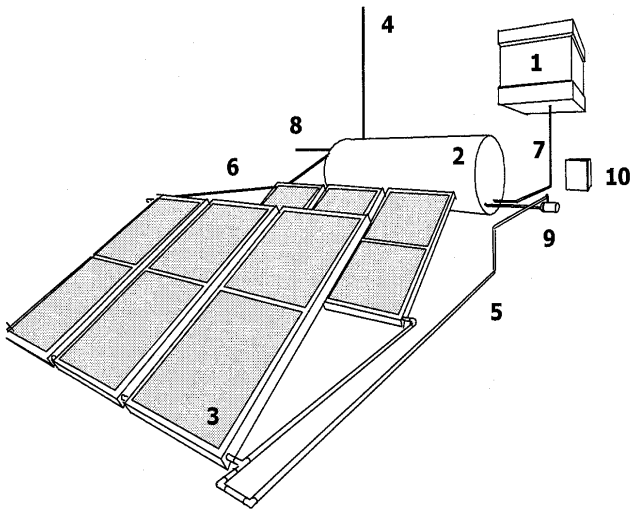


Figura 2.6 - Sistema de circulação forçada
Fonte: Mesquita, 1999.

Para um bom funcionamento e satisfação do uso do sistema de aquecedor solar é necessário o dimensionamento adequado de seus componentes, pois os resultados satisfatórios da tecnologia de aquecimento solar de água através de coletores solares planos são obtidos quando os aquecedores são projetados, construídos e instalados de forma adequada.

A manutenção dos sistemas de aquecimento solar de circulação natural é pequena , mas o usuário deve inspecionar visualmente os coletores solares, no mínimo, uma vez a cada três meses, certificando-se das condições de limpeza e verificando a ocorrência de alterações na superfície do coletor solar (MESQUITA, 1999).

Como os aquecedores solares são instalados tanto em edificações em fase de construção quanto em edificações já construídas, seria necessário prever, desde a fase inicial do projeto da edificação, a instalação de tubulações para água quente, para possibilitar a instalação do sistema de aquecimento solar sem maiores problemas técnicos e a custos menores (CEMIG, 1990).

2.2 Inserção de aquecimento solar de água no mundo e no Brasil

2.2.1 No mundo

O primeiro experimento usando a energia solar no setor residencial nos Estados Unidos é atribuido à Clarence Kemp, que patenteou seu aquecedor solar de água em 1891. Por volta de 1897, 30% das residências de Pasdena, CA, possuiam aquecedor solar de água. A primeira larga produção de água quente solar ocorreu em 1939, na Flórida. Desde a década de 40, o uso de aquecedor solar já era difundido na Califórnia, Flórida, Texas e Arizona e na década de 50 em muitos países, como Japão, Austrália, Israel e África do Sul (SABADY, 1978).

De acordo com Tôrres (1976), até a década de 70 o aquecimento solar de água era visto como a mais difundida das aplicações da energia solar, existindo linha industrial de aquecedores solares na França, Israel, Rússia, Austrália e Japão. Nesta mesma década, os pesquisadores Palz (1981) e Sabady (1978) apontaram o Japão como sendo o país mais avançado em aquecimento solar de água.

Em Israel, 80% da população usa aquecedor solar em seus domicílios. As paisagens das cidades de Israel são caracterizadas por uma grande quantidade de instalações solares e a instalação de sistemas de aquecimento solar de água é exigida por lei desde 1980. Toda nova construção em Israel deve ser equipada com um aquecedor solar de água (REW, 2000).

O mercado europeu de energia solar térmica vem evoluindo a cada ano. A Figura 2.7 evidencia que a tendência é de crescimento, com forte destaque para países como Alemanha, Áustria e Grécia. De acordo com a *Active Solar Thermal Industries Group* - ASTIG estima-se que o mercado total europeu passe dos atuais cerca de 1,5 milhão de metros quadrados por ano de coletores instalados para, pelo menos, 5 milhões de metros quadrados por ano, em 2005.

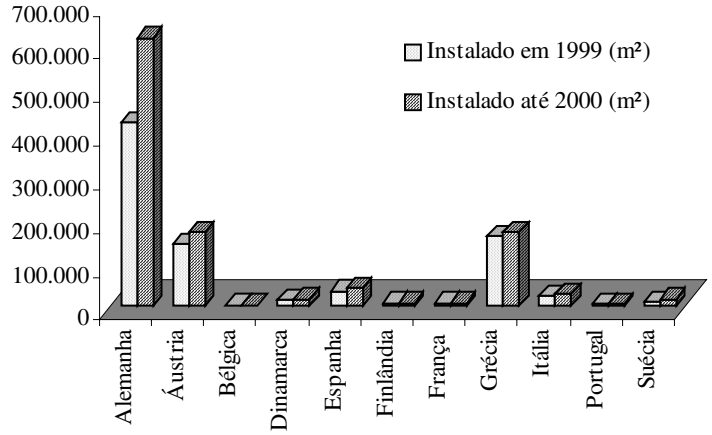


Figura 2.7 - Mercado europeu de energia solar térmica
Fonte: ASTIG, 2002.

Em Portugal, no fim de maio de 2003 foi lançado um programa solar térmico chamado Água Quente Solar para Portugal - AQSpP. Este programa tem como objetivo principal para a população aliar conforto e economia a uma maior qualidade ambiental. A meta a ser atingida é a de um mercado anual sustentado de 150.000 m^2 de coletores solares, que conduza, em 2010, a valores da ordem de 1 milhão de m^2 de coletores instalados (AQSpP, 2001).

Em 1994, através de uma parceria entre o *United States Department of Energy* - DOE, *Florida Department of Community Affairs* - DCA e *Florida Solar Energy Center* - FSEC foi inserido, na Flórida, um projeto social na habitação de baixa renda, visando à redução do consumo de eletricidade dessas famílias.

Este projeto social substituiu 800 *boilers* elétricos convencionais por sistemas de aquecimento solar de água, a um custo de US$1500/unidade. Os sistemas de aquecimento de água deste programa (Figura 2.8) possuem 2,2 m^2 de área coletora e um reservatório térmico com capacidade de 190 litros. A economia alcançada foi de 50% na conta mensal de energia elétrica e a população beneficiada demonstrou satisfação (REW, 1999).

Figura 2.8 - Coletor solar do programa desenvolvido na Flórida

Fonte: REW, 1999.

2.2.2 No Brasil

Até 1975, o Brasil pouco havia feito no sentido da utilização racional do imenso potencial energético que possui (MACDOWELL, 1976). Considera-se que, a primeira tentativa de pesquisa sobre o aproveitamento de energia solar no Brasil tenha ocorrido em 1958, quando um pequeno grupo de entusiastas pesquisadores do Instituto Nacional de Tecnologia - INT iniciou estudos sobre o tema. Este mesmo grupo construiu uma pequena caldeira solar utilizando superfícies seletivas e um projeto de refrigerador solar a ciclo de absorção intermitente. Ainda em 1958, por falta de estímulos, as pesquisas no INT foram interrompidas (MACDOWELL, 1976). No ano seguinte, em 1959, um segundo grupo de pesquisadores iniciou, no Departamento de Materiais do Centro Técnico da Aeronáutica, a instalação de um forno solar para altas temperaturas.

No começo da década de 70, um grupo de pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, iniciou suas pesquisas básicas com energia solar, com o desenvolvimento de estudos de aquecedores solares para secagem, geração de calor e vapor, e tornaram-se referência nacional para os demais estudiosos.

Em 1972, alguns professores da Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa, iniciaram pesquisas em energia solar, principalmente em destiladores, aquecedores e secadores. Os financiamentos para a instalação de uma rede solarimétrica piloto no Estado da Paraíba e para

um projeto abrangendo diversas linhas de pesquisa foram obtidos no decorrer de 1973, quando foi criado o Laboratório de Energia Solar - LES (MACDOWELL, 1976).

No início de 1974, foi elaborado o Programa de Pesquisas e Desenvolvimentos em Energia Solar no Brasil - PPDES. Este programa foi dividido em cinco partes, sendo uma destas partes constituídas por linhas de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos de aplicações da energia solar, já existentes internacionalmente. O objetivo era adaptar a tecnologia internacional às condições nacionais, analisando os materiais empregados, a fabricação, as condições climáticas, além de buscar o aperfeiçoamento dos processos de utilização (MACDOWELL, 1976).

Em 1999, através de uma iniciativa do Green Solar e com financiamento da ELETROBRÁS/PROCEL foi criado o programa Eletrobrás Solar. Este projeto propôs a instalação e monitoramento de 100 aquecedores solares em residências de interesse social no bairro Sapucaias em Contagem/MG[1] (Figura 2.9). Entre os objetivos deste projeto, incluíram-se a avaliação técnica e econômica do aquecimento solar e sua aceitação pelos moradores das habitações de interesse social. Obteve-se uma redução média no consumo de energia elétrica de 30% e de 40% na conta mensal (PEREIRA e MESQUITA, 2004).

Figura 2.9 - Sistema de aquecimento de água instalado em Contagem/MG
Fonte: Dado de pesquisa, 2003.

[1] Detalhes do projeto em Pereira et al, 2003.

Segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA (2003), a inserção da tecnologia de aquecimento solar de água no Brasil apresenta um quadro bastante significativo. Em Belo Horizonte, mais de 950 edifícios contam com este benefício e, em Porto Seguro, 130 hotéis e pousadas. A aplicação desta tecnologia solar aumenta também em conjuntos habitacionais e casas populares, como nos Projetos Ilha do Mel, Projeto Cingapura, Projeto Sapucaias em Contagem, Conjuntos Habitacionais SIR e Maria Eugênia (COHAB) em Governador Valadares.

Apesar do quadro exposto sobre a expressiva taxa de crescimento do mercado nos últimos anos e da considerável inserção da tecnologia solar de aquecimento de água, o Departamento Nacional de Aquecimento Solar da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento - DASOL/ABRAVA dispõe de dados demonstrando que o Brasil, apesar das inúmeras condições favoráveis ao uso desta tecnologia, ainda ocupa uma tímida posição no mercado internacional. As Figuras 2.10 e 2.11 expressam dados, de 1999, da produção de coletores solares no mundo (ABRAVA, 2003) e área coletora instalada por 1000 habitantes (CRESESB, 2003).

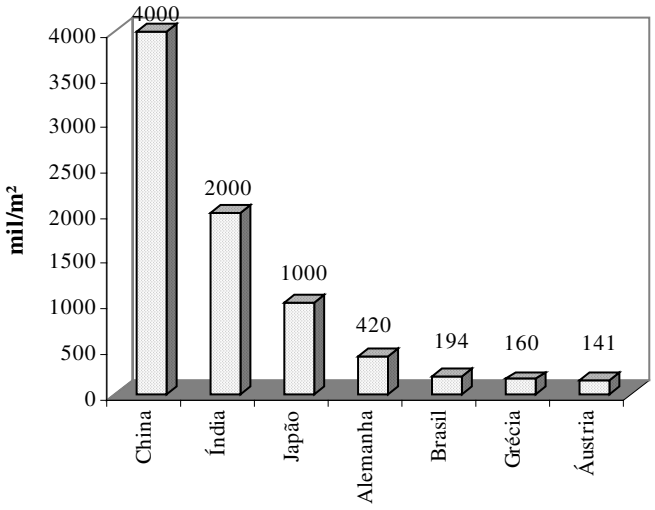


Figura 2.10 - Produção de coletores solares no mundo (mil/m^2)
Fonte: ABRAVA, 2003.

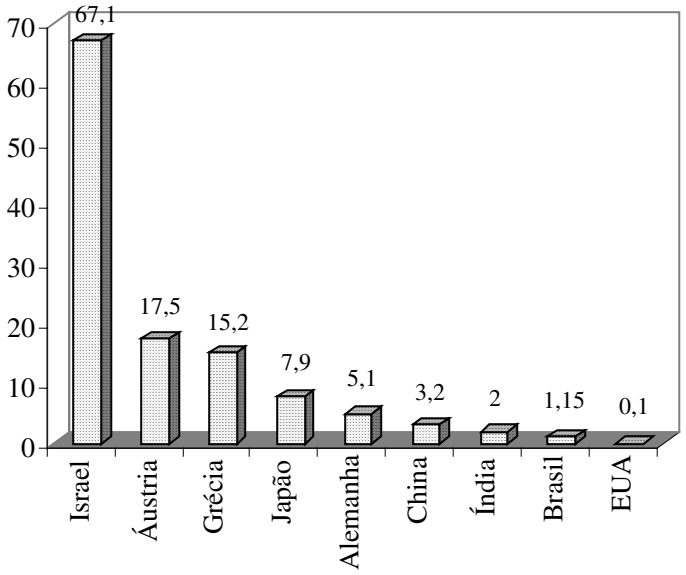


Figura 2.11 - Área coletora instalada (m^2) por 1000 habitantes
Fonte: CRESESB, 2003.

2.3 Panorama do mercado de aquecimento solar de água no Brasil

O interesse por fontes alternativas de energia no Brasil foi impulsionado pela primeira crise do petróleo em 1973. Para MacDowell (1976), a importância dada ao aproveitamento racional da energia solar não se deve apenas à crise do petróleo, mas também à busca por novas fontes para suprimento de energia à humanidade. Em 1975, surgiram as primeiras empresas fabricantes de coletores solares, mas a utilização de processos inadequados de fabricação e instalação, aliados a conhecimento técnico insuficiente provocaram uma imagem negativa dessa tecnologia (ENNES, 1985).

Na década de 80, surgiram as primeiras normas brasileiras e testes de produtos, porém estas normas não apresentavam nenhum teste específico sobre durabilidade ou evolução temporal de desempenho térmico, restringindo-se apenas à eficiência térmica dos coletores (PEREIRA, 2002).

No estudo realizado por Ennes, até 1981, havia cerca de 80 indústrias fabricantes de coletores solares no Brasil, das quais 39 estavam localizadas no Estado de São Paulo. Neste mesmo estudo, Ennes realizou um levantamento do potencial para a utilização de energia solar no Estado de São Paulo. As pesquisas realizadas nas indústrias buscavam avaliar preliminarmente a capacidade tecnológica da indústria paulista de coletores solares e obter conhecimento sobre a situação sócio-econômica.

Das 39 empresas paulistas fabricantes de coletores solares, verificou-se que a partir de 1981 somente 11 permaneceram no ramo. Observou-se, ainda, que 70% dessas indústrias restantes produziam outros equipamentos como aquecedores instantâneos e de acumulação, elétricos e a gás, sendo os mesmos responsáveis pela maior parcela do faturamento das empresas. A contribuição da comercialização dos coletores solares correspondia apenas a percentuais de 5 a 10% do faturamento total destas empresas.

Ainda em 1985, o Ministério de Minas e Energia e da Indústria e Comércio criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, com o objetivo de fomentar a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica (PROCEL, 2003).

Na década de 90, o mercado solar apresentou crescimento significativo, além de se mostrar mais profissionalizado. Em dezembro de 1997, iniciou-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE de coletores solares planos, aplicação banho e piscina (PEREIRA e MESQUITA, 2003). Este programa é coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, com a participação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas, PROCEL e pelo Departamento Nacional de Aquecimento Solar da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento - DASOL/ABRAVA.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem é um programa de conservação de energia que atua através de etiquetas informativas, alertando o consumidor quanto à eficiência de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais. Atualmente participam do Programa geladeiras, *freezers*, chuveiros, ar-condicionados, motores elétricos trifásicos, máquinas de lavar roupas, sistemas de aquecimento solar de água, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas incandescentes, reatores, fornos e fogões (INMETRO, 2004).

A etiqueta do INMETRO (Figura 2.12) permite ao consumidor leigo uma comparação entre os diversos produtos disponíveis no mercado e informa, também, sobre a produção mensal de energia proveniente da utilização do equipamento[2] (INMETRO, 2003).

Figura 2.12 - Etiqueta do INMETRO
Fonte: INMETRO, 2003.

A participação no Programa Brasileiro de Etiquetagem é voluntária, contando atualmente com 34 empresas do setor. Deve-se destacar que todos os fabricantes filiados ao DASOL/ABRAVA comprometeram-se junto ao INMETRO de comercializarem apenas produtos etiquetados (PEREIRA e MESQUITA, 2003).

Os produtos dos fabricantes que aderiram ao PBE são ensaiados nos laboratórios do Green Solar[3], na PUC MINAS, e a partir dos resultados obtidos foi estabelecida uma escala em

[2] A etiqueta do INMETRO para aquecimento solar contém informações sobre a produção mensal de energia de cada coletor ensaiado, e o mês de setembro da cidade de Belo Horizonte foi estabelecido como referência, sendo considerada a inclinação dos coletores de 25º.
[3]Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica. O GREEN é um grupo interdisciplinar de estudos, localizado na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-Minas.

que todos são classificados. Esta classificação resultou em 7 faixas, variando de A a G, apresentadas na Tabela 2.1, com seus respectivos índices de eficiência em percentual (PEREIRA e MESQUITA, 2003). Até final de 2003 a eficiência era utilizada como parâmetro, porém a partir de janeiro de 2004, houve alteração nessa classificação e o critério agora utilizado é a produção mensal de energia, como mostra a Tabela 2.2.

Tabela 2.1 – Faixas de classificação

Classes	Índice de Eficiência (%)
A	> 58
B	58>=B>50
C	50>=C>42
D	42>=D>34
E	34>=E>26
F	26>=F>18
G	<=18

Fonte: Inmetro, 2003.

Tabela 2.2 – Faixas da nova classificação (banho/acoplado)

Classes	Índice de Produção média mensal de energia específica (Pme) (kWh/mês.m^2)
A	P_{me} > 77,0
B	77,0 >= P_{me}> 71,0
C	71,0 >= P_{me}> 61,0
D	61,0 >= P_{me} > 51,0
E	51,0 >= P_{me}> 41,0
F	41,0 >= P_{me}> 31,0
G	P_{me}<= 31,0

Fonte: Inmetro, 2004.

Com a nova classificação, houve alteração também na etiqueta do INMETRO dos coletores solares, Figura 2.13. Além da informação sobre a eficiência do coletor solar, há também a produção mensal de energia por metro quadrado (kwh/mês.m^2) e por coletor (kWh/mês).

Figura 2.13 Nova etiqueta INMETRO de classificação de coletores solares
Fonte: Pereira, 2004.

Os ensaios[4] realizados nos coletores solares planos permitem avaliar a eficiência térmica de cada equipamento. Periodicamente os testes são repetidos com o intuito de atualizar esta escala. Desta forma, o programa tem incentivado a melhoria contínua do desempenho dos coletores solares e eletrodomésticos, estimulando a competitividade do mercado, pois a cada nova avaliação há uma tendência de que os fabricantes procurem atingir níveis de desempenho melhores em relação à avaliação anterior (INMETRO, 2003).

Segundo Pereira et al. (2003), antes da nova classificação, no período de setembro de 1998 a junho de 2002, foram ensaiados 128 modelos de coletores solares para a aplicação banho, e as classificações predominantes foram A e B, com cerca de 12,5% e 71,1% dos coletores ensaiados, respectivamente, como mostra a Figura 2.14. Com a nova classificação utilizada alterou-se bastante esse cenário, mostrada na Figura 2.15.

[4] Para maiores detalhes sobre a definição do elenco de ensaios e bateria de ensaios experimentais realizados, consultar PEREIRA et al, 2003.

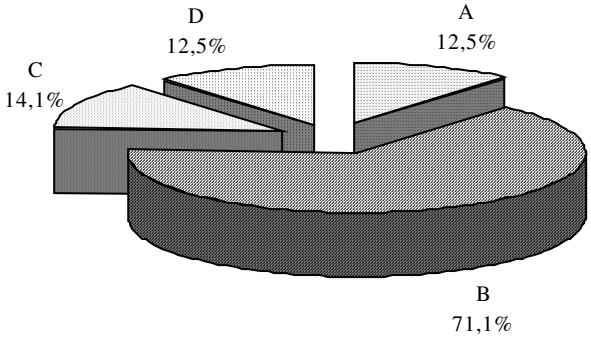


Figura 2.14 – Antiga classificação dos coletores brasileiros (aplicação banho)
Fonte: Pereira, 2003.

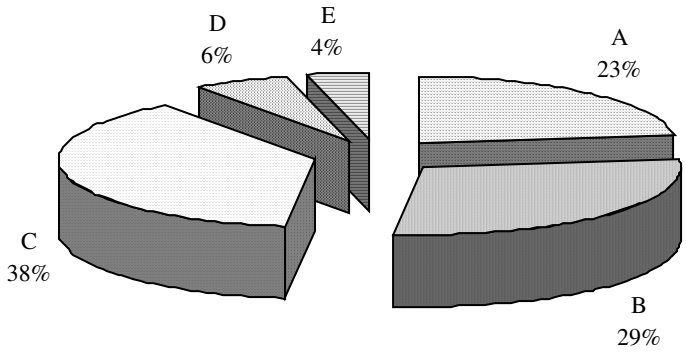


Figura 2.15 – Nova classificação dos coletores brasileiros (aplicação banho)
Fonte: Pereira, 2004.

Os reservatórios térmicos e os sistemas acoplados também fazem parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem, porém os ensaios de desempenho térmico dos reservatórios iniciaram no começo de 2000, sendo realizados recentemente ensaios elétricos. Já os sistemas acoplados possuem quatro modelos ensaiados (PEREIRA et al, 2003).

O INMETRO (2003) disponibiliza, em sua página eletrônica, tabelas com dados sobre consumo e eficiência energética dos sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água. Nestas tabelas, há informações sobre os coletores solares planos para banho e para piscina que estão etiquetados. As tabelas direcionadas aos coletores solares planos para banho informam os

fabricantes, as marcas, os modelos, a pressão de funcionamento, a área externa do coletor, a produção média mensal de energia, a eficiência energética média, a faixa de classificação e o material da superfície absorvedora.

Com a crise de abastecimento de energia do setor elétrico brasileiro, em 2001, a chamada "crise do apagão", alguns transtornos iniciais foram causados aos consumidores. Porém, motivou a introdução de tecnologias mais eficientes, substituição da eletricidade pelo gás (GLP e GN), energia solar e grandes alterações nos padrões de comportamento do consumidor, principalmente no setor residencial (JANNUZZI, 2003).

O número de empresas associadas a ABRAVA vem crescendo desde 1998, período em que somente 14 empresas estavam registradas (Figura 2.16). Essa evolução foi muito significativa no ano de 2001, quando o mercado de aquecimento solar de água apresentou uma significativa expansão, verificando-se um crescimento médio no setor acima de 50% nesse mesmo ano (ABRAVA, 2003).

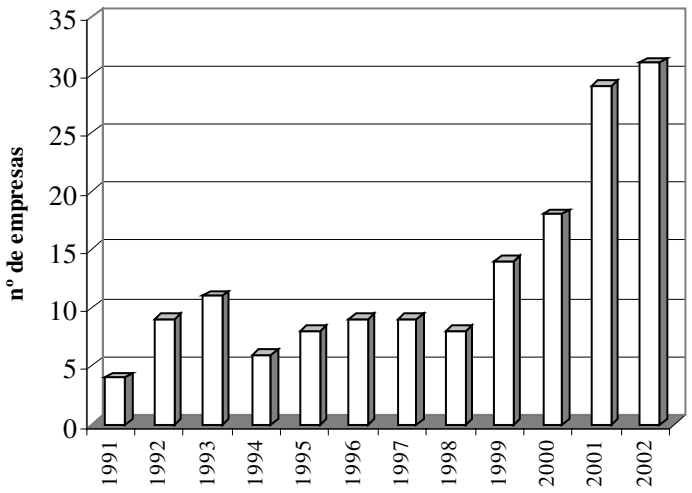


Figura 2.16 Evolução do mercado de aquecimento solar
Fonte: ABRAVA, 2003.

Em 2002, a ABRAVA registrou no Departamento Nacional de Aquecimento Solar 34 empresas associadas responsáveis por 80% do mercado nacional, sendo 15 empresas em Minas

Gerais, 13 em São Paulo, 2 no Rio Grande do Sul, 1 no Rio de Janeiro, 1 em Santa Catarina, 1 em Goiás e 1 no Espírito Santo (DASOL, 2003).

Segundo dados da ABRAVA, em 2002, foram produzidos, no Brasil, 310.000 m² de coletores solares e esperava-se um crescimento de 10% deste valor para o ano de 2003 (ABRAVA, 2003). Pereira (2003), em comunicação pessoal, informou que de 1993 até 2002 foram computados aproximadamente 1,9 milhões de metros quadrados de área instalada de coletores solares no Brasil estimando-se que em 2003 este valor ultrapassou 2 milhões de metros quadrados de área instalada.

O crescimento do mercado de aquecimento solar de água contou com a contribuição de alguns fatores, como a divulgação dos benefícios do uso da energia solar, a isenção de impostos que o setor obteve, o financiamento da Caixa Econômica Federal aos interessados em implantar o sistema, o racionamento e incertezas no fornecimento de energia elétrica. O incentivo e a manutenção de um mercado de qualidade através do controle do INMETRO também vem contribuindo para a maior credibilidade dessa tecnologia (ABRAVA 2003).

Até meados de 2000, um montante expressivo da área total de coletores solares instalados em residências e edifícios brasileiros, restringia-se às classes sociais A e B nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, porém, no ano seguinte, devido à crise de abastecimento de energia, surgiram programas de financiamento desta tecnologia visando à redução do consumo de energia elétrica e possibilitando, às demais classes, o acesso a esta forma alternativa de se obter água aquecida através do sol (PEREIRA, 2002).

A Caixa Econômica Federal - CEF, em maio de 2001, liberou recursos da ordem de R$ 100 milhões para financiar a compra de aparelhos residenciais de aquecimento solar, com programas de financiamento distintos, atendendo às diversas camadas de renda da população. Em visita à página eletrônica da CEF, em agosto de 2003, verificou-se a existência de 11 fabricantes listados cujos equipamentos estão sendo financiados pela Caixa Econômica Federal, todos credenciados pelo INMETRO.

O DASOL/ABRAVA, juntamente com a CEF, criou o programa “Poupe Energia sem Poupar Conforto”, que trata-se de um projeto de racionalização de energia que financia sistemas

de aquecimento solar para casas e condomínios, incluindo a instalação (ABRAVA, 2003). O financiamento é realizado através de linhas de crédito para imóveis novos, construídos ou em reforma (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2003).

2.4 A pesquisa de coletores solares não convencionais no Brasil[5]

Além dos coletores solares industrializados que já vêm sendo comercializados há alguns anos, no Brasil alguns pesquisadores vêm desenvolvendo soluções tecnológicas de baixo custo substituindo materiais convencionais por materiais não convencionais. De acordo com Fantinelli (2002), as soluções tecnológicas de baixo custo são práticas que aliam eficiência energética a baixos investimentos para o contexto econômico e social das populações de baixa renda.

Coletores solares alternativos têm-se constituído na principal linha de pesquisa no âmbito do Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - LES/UFRN. Na busca por sistemas de aquecimento solar de baixo custo há mais de 18 anos, o LES vem estudando sistemas alternativos para tornar viável o uso da energia solar para o fim considerado e torná-lo acessível a uma maior parcela da população (SOUZA, 2002).

Ao longo destes 18 anos, no Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Norte foram estudados vários tipos de coletores alternativos com diferentes materiais e geometrias, e com custo inferior aos coletores e sistemas de aquecimento disponíveis no mercado. Dos sete protótipos de coletores solares alternativos desenvolvidos no LES, os três primeiros, o quinto e o sétimo são constituídos de tubos absorvedores em cobre. Enquanto o quarto e o sexto protótipos constituem-se de tubos de PVC e alumínio, respectivamente (SOUZA, 2002).

Para o desenvolvimento de um coletor totalmente alternativo, Souza (2002), em seu estudo, desenvolveu sistemas com custo bem inferior aos demais protótipos já confeccionados no

[5] Os sistemas citados nesse capítulo são chamados de não convencionais por se tratarem de sistemas em que os materiais tradicionalmente utilizados são substituídos por outros tipos de materiais, com o objetivo de reduzir o preço e de torná-los acessível a pessoas de baixa renda. Porém, a falta de informações quanto à durabilidade dos mesmos, não permite que se faça uma afirmação se tratam de sistemas alternativos ou não.

LES. O sistema alternativo desenvolvido por Souza (2002) possui tubulação do coletor em labirinto e aletado, como pode ser visto na Figura 2.17, baseado nos coletores planos convencionais, mas com a substituição dos tubos de cobre por tubos de PVC.

Figura 2.17 – Sistema de aquecimento alternativo de Souza
Fonte: Souza, 2002.

Para socializar o aquecedor solar de água, uma equipe residente no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas - CIETEC/SP desenvolveu em 1999 o Aquecedor Solar de Baixo Custo - ASBC. O ASBC assemelha-se a coletores solares utilizados em piscina, pois não possuem cobertura transparente. Woelz (2002) justifica que o clima do Brasil permite o desenvolvimento de coletores solares simplificados, sem a cobertura transparente, que é a responsável pelo efeito estufa dentro do coletor.

O sistema básico do ASBC (Figura 2.18) para uma família de quatro ou cinco pessoas é composto por três placas coletoras (dimensão por placa de 0,70m x 1,30 m) de PVC interligadas e pintadas de preto e por um reservatório de volume útil de 170 litros. Cada placa coletora é composta de um perfil de forro de PVC modular (do tipo forro de escritórios, postos de gasolina, etc.) com tubos de PVC agregados às suas extremidades. O funcionamento do sistema é através da circulação natural da água entre coletores e reservatórios, chamado termossifão (detalhes no item 2.1).

Figura 2.18 - Sistema ASBC
Fonte: ASBC, 2003.

O conceito ”autoconstrução” foi introduzido com o intuito de diminuir os custos do equipamento e o próprio usuário pode confeccionar seu sistema de aquecedor solar (WOELZ, 2002). Woelz (2004) em comunicação pessoal informou que, os coletores solares, uma vez repintados a cada três anos, poderão ter vida útil de dez anos e ao utilizar tinta automobilística preta, não é necessário repintar.

Seguindo, também, o conceito “autoconstrução”, Fantinelli (2002) desenvolveu um coletor alternativo de baixo custo (Figura 2.19), onde a placa de absorção da radiação solar é constituída por concreto, tubos de PVC, aletas de alumínio (embalagens de bebida em alumínio) e isopor. Os tubos são envolvidos com aletas de alumínio que são fabricadas a partir de sucatas de recipientes de alumínio de refrigerantes e cervejas. Após concretagem da placa, sua superfície é impermeabilizada e pintada com tinta preta fosca. O reservatório térmico é uma caixa de água que possui isolamento alternativo com isopor e jornal. O sistema funciona por termossifão.

Figura 2.19 - Detalhe das aletas na rede de tubos de PVC e início da concretagem do coletor.
Fonte: Fantinelli, 2002.

A empresa Mineração Jundu Ltda, localizada na cidade de Descalvado/SP, em 1980, projetou e fabricou aquecedores solares de baixo custo e os instalou em um conjunto residencial construído pela mineradora, para uso dos seus próprios funcionários. Das 100 residências pertencentes a este conjunto, apenas 60 foram contempladas com estes aquecedores (CPFL, 1989).

O aquecedor produzido pela Mineração Jundu foi desenvolvido para atender as necessidades de aquecimento de água para banho, com um relativo baixo custo de investimento. As 60 residências também possuíam chuveiro elétrico, utilizado eventualmente, e mesmo assim reduziam 30% no consumo mensal de energia elétrica.

Devido à substituição dos materiais, mencionados acima, esperava-se vida útil reduzida destes sistemas no decorrer do tempo, pela falta de manutenção. Embora não tenham sido efetuadas medições dos parâmetros operacionais do sistema que pudessem fornecer resultados sobre o desempenho e rendimento térmico do mesmo, em 1989, continuavam funcionando e atendendo satisfatoriamente a comunidade beneficiada (CPFL, 1989).

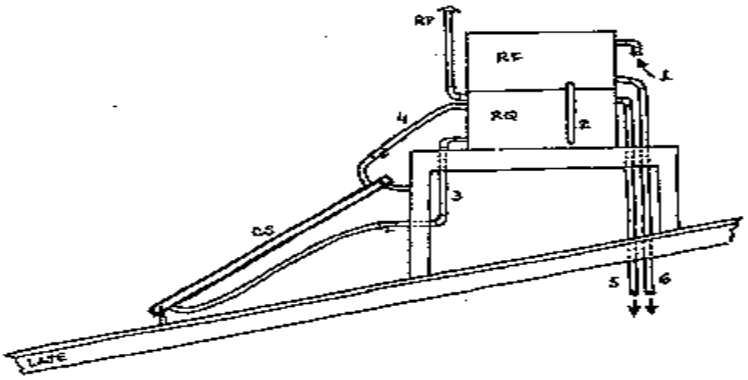
Porto (2004), em comunicação pessoal, informou que o último acompanhamento do funcionamento do sistema desenvolvido pela Mineração Jundu foi em 1989. Porém, mencionou que ocorreram alguns problemas com o sistema após os primeiros anos de funcionamento, como o surgimento de bactérias na água armazenada no reservatório de água quente, causando mau

cheiro. A água foi analisada e foi necessário mudar o pH da mesma, o que solucionou o problema.

A diferença básica entre os sistemas convencionais existentes e o aquecedor da Mineração Jundu, é que este último não possui isolamento térmico, são montados em caixas de aço, substituindo o alumínio normalmente utilizado em sistemas convencionais de aquecimento solar de água, e possui absorvedores fabricados de chapas galvanizadas, substituindo os tubos de cobre fixados em chapa de alumínio normalmente utilizados.

O sistema de aquecimento solar de água da Mineração Jundu funciona por circulação natural (Figura 2.20). A placa coletora (coletor solar) é formada por duas chapas de aço galvanizadas, paralelas, com as bordas dobradas e vedadas por silicone, e apresenta área de $2m^2$, com dimensão 2x1 m. O princípio de funcionamento utilizado é o de pré-aquecimento, pois no inverno, principalmente no período da manhã ou em dias em que a demanda de água aquecida for superior à capacidade do reservatório térmico (aproximadamente 320 litros), o chuveiro elétrico pode ser utilizado para suprir esta carência.

Os reservatórios de água quente e fria são cilindros justapostos construídos com chapa de aço e pintados para proteção contra a corrosão. Cada uma das residências onde foi aplicado o aquecimento solar de baixo custo possui um chuveiro elétrico com 3kW de potência nominal (CPFL, 1989).



CS: coletor solar
RF: reservatório de água fria
RQ: reservatório de água quente
RP: respiro do reservatório de água quente

1 – entrada de água da rua
2 – água fria do reservatório frio para o quente
3 - água fria para o coletor
4 – água quente para o reservatório
5 – água quente para o misturador
6 – água fria para o misturador

Figura 2.20 – Esquema dos componentes do sistema de aquecimento solar de água Mineração Jundu
Fonte: CPFL, 1989.

Desde 1989, a CPFL vem estudando o aproveitamento da energia solar para aquecimento de água residencial. No decorrer dos estudos realizados foi gerada a idéia de um chuveiro elétrico de baixa potência, auxiliado por um aquecedor solar de baixo custo. Esta tecnologia foi chamada de *pré-aquecedor solar* para chuveiros elétricos de potência reduzida. O sistema se baseia em um modelo de aquecimento solar convencional, cuja energia auxiliar, se necessária será fornecida pelo próprio chuveiro elétrico (OLIVA e BORGES, 1996).

O projeto consiste basicamente em sistema de aquecimento solar de água de uso doméstico, de baixo custo, que permita contribuir para a redução da demanda de potência no horário de ponta da curva de carga do sistema elétrico da concessionária. O coletor solar é constituído por tubos de cobre e aletas de alumínio pintadas de preto, com caixa de alumínio coberta com vidro e isolada termicamente com poliuretano expandido, Figura 2.21 (OLIVA e BORGES, 1996).

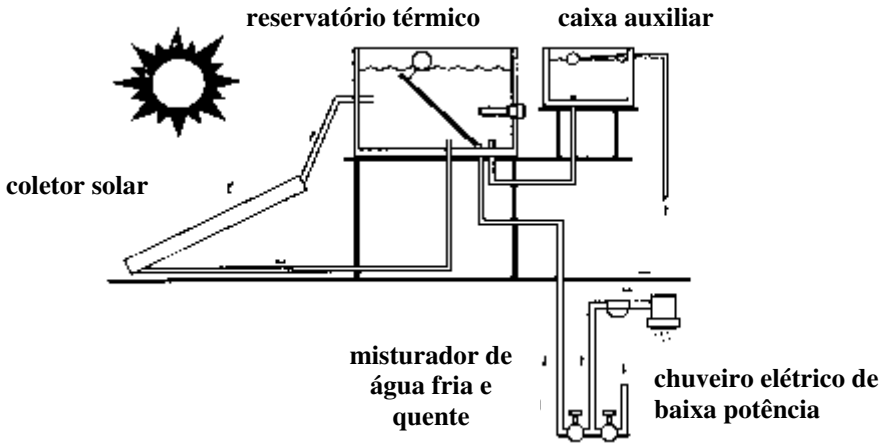


Figura 2.21 – Esquema do Pré-Aquecedor Solar
Fonte: Oliva e Borges, 1996.

O desenvolvimento da tecnologia do *pré-aquecedor* foi realizada em conjunto pela Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL e Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, tendo o apoio de fabricante de equipamentos ligados ao assunto (OLIVA e BORGES, 1996).

Capítulo 3

O consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro

O presente capítulo tem por objetivo apresentar de forma breve a participação do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro, dando especial ênfase à participação do aquecimento de água dentro deste segmento. Em seguida, apresenta-se o perfil do consumo de energia elétrica no setor residencial da Região Metropolitana de Campinas, a parcela do aquecimento de água no município de Campinas, e finalmente uma discussão sobre uso racional de energia elétrica e o consumidor.

3.1 Participação do consumo de eletricidade no setor residencial

O consumo de energia elétrica total no Brasil, região Sudeste e Estado de São Paulo vem aumentando ao longo dos anos, conforme mostra a Figura 3.1. A Figura 3.2 expõe que, das cinco regiões brasileiras, a região sudeste é a que possui maior participação no consumo de energia elétrica, superior a 50% do total (BEN, 2003).

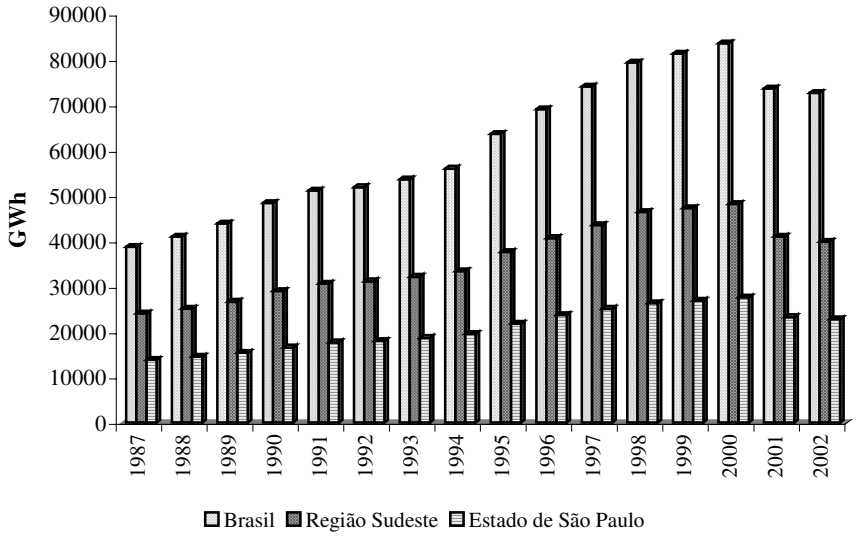


Figura 3.1 Evolução do consumo de energia elétrica total (GWh) Brasil, Região Sudeste e Estado de São Paulo
Fonte: BEN, 2003.

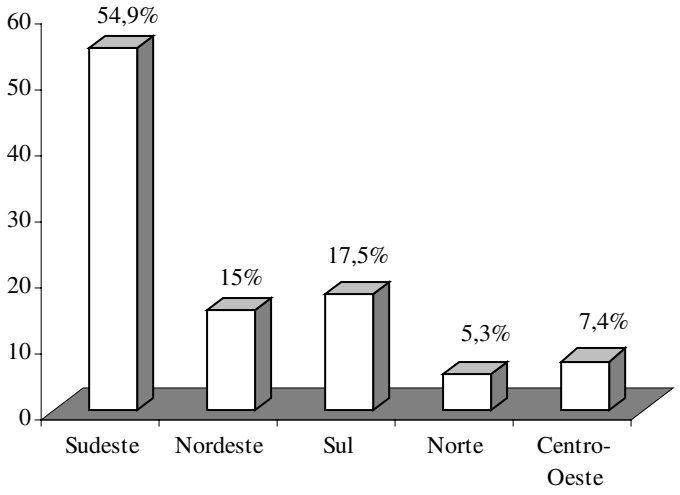


Figura 3.2 Participação das regiões brasileiras no consumo total de eletricidade ano 2002
Fonte: BEN, 2003.

No setor residencial brasileiro, o consumo de eletricidade é evidenciado pela demanda crescente verificada entre 1970 e 2002 (BEN, 2003), mostrada na Figura 3.3.

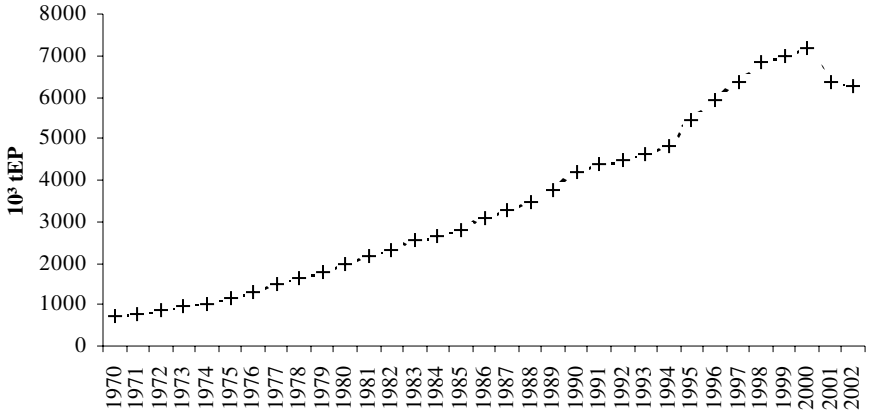


Figura 3.3 Evolução no consumo de eletricidade no setor residencial brasileiro
Fonte: BEN, 2003.

Segundo dados do Balanço Energético Nacional, em 2000, o segmento residencial consumiu cerca de 84 TWh de eletricidade. Observou-se que em 2001, devido ao racionamento de energia elétrica, este consumo teve uma redução de aproximadamente 12%. Já em 2002, após o período do racionamento de energia houve uma redução de 1,4%, em relação a 2001 (Figura 3.4).

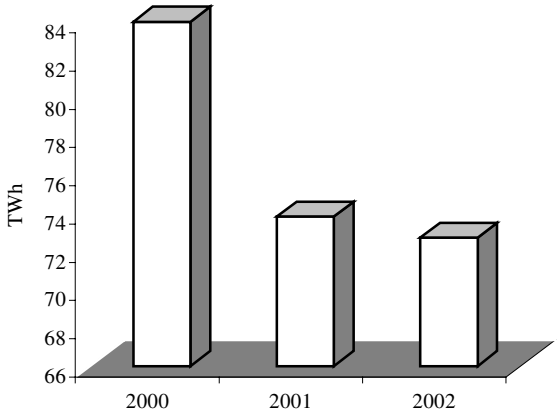


Figura 3.4 Consumo de eletricidade no setor residencial brasileiro (2000-2002)
Fonte: BEN, 2003.

Do total do consumo de energia elétrica do país, o setor residencial é responsável por aproximadamente 1/4 (Figura 3.5), com participação inferior somente ao setor industrial (BEN, 2003).

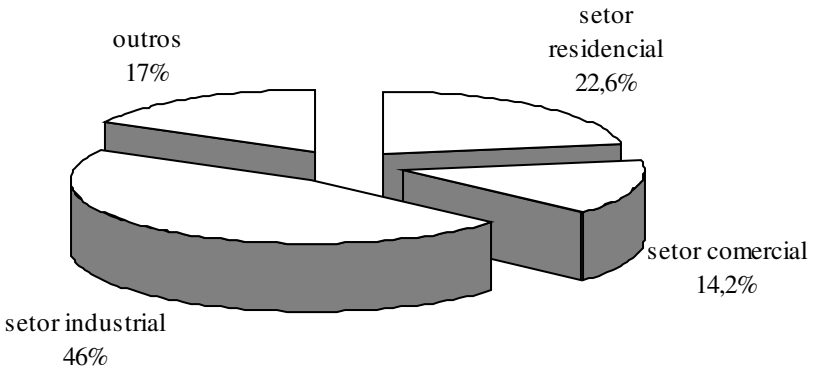


Figura 3.5 Consumo brasileiro de eletricidade por setor
Fonte: BEN, 2003.

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2003, ano base 2002, a lenha foi a forma de energia mais representativa no consumo final de energia do setor residencial, representando 37,1% deste setor. A Tabela 3.1 mostra que em 1991 a lenha representava aproximadamente 45% deste consumo. No entanto ela vem sendo substituída gradativamente, nos últimos 10 anos, pelo GLP e eletricidade.

Tabela 3.1 Consumo de energia por combustível no setor residencial brasileiro 1991-2001

Fontes	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**
Gás Natural	5	5	17	26	45	62	69	75	68	100	129	157
Lenha	7828	7846	6855	6657	6031	5913	5986	6136	6393	6553	6812	7.675
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	5002	5226	5431	5472	5740	5990	6021	6079	6182	6206	6192	6107
Querosene	122	100	89	76	69	52	30	28	36	37	53	53
Gás Canalizado	141	132	127	91	77	74	68	68	62	57	24	22
Eletricidade	4083	4149	4290	4476	5086	5524	5926	6350	6506	6680	5902	6253
Carvão Vegetal	599	544	518	502	423	385	386	371	369	375	378	435
Total	17780	18002	17328	17300	17471	18000	18487	19107	19618	20008	19489	20.702

Fonte: BEN, 2003.

Em 1991, a eletricidade e o GLP representavam 23% e 28,1%, respectivamente. Passados 10 anos, estes consumos aumentaram significativamente para 30,2% e 29,5%, do consumo final total do setor, mostrado na Figura 3.6.

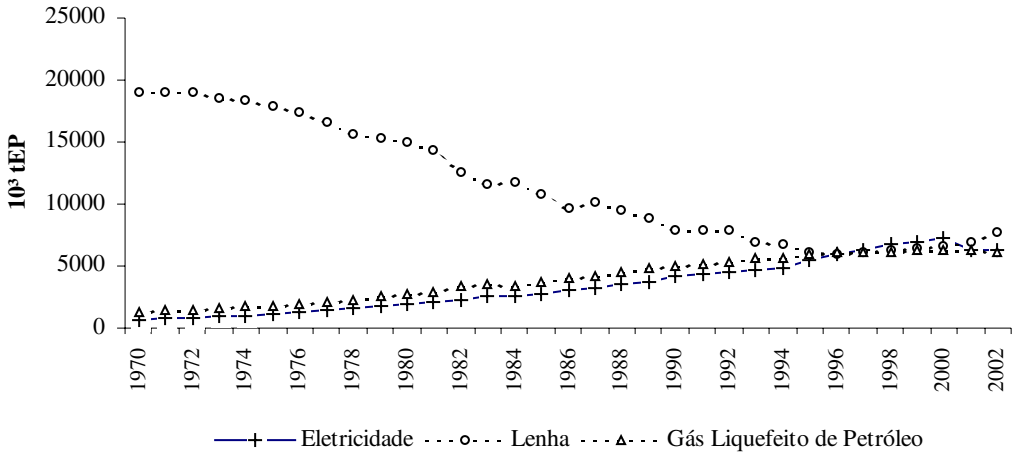


Figura 3.6 Evolução do consumo final do setor residencial por fonte (10^3tEP)
Fonte: BEN, 2003.

De acordo com Werneck (1997), a rápida expansão da demanda residencial é em parte explicada pelo aumento do número de residências ligadas à rede de distribuição de energia elétrica. Porém, Werneck acredita que o principal fator de crescimento da demanda residencial tem sido a disseminação do uso de eletrodomésticos.

Analisando a estrutura do consumo de eletricidade do segmento residencial brasileiro por uso final, percebe-se que a geladeira e o chuveiro elétrico são os eletrodomésticos que mais consomem energia elétrica no setor. A Figura 3.7 mostra a participação da iluminação e do consumo dos diversos eletrodomésticos presentes nas residências brasileiras, em 1989 e 1999. Observa-se que, em dez anos, o consumo de energia elétrica do chuveiro elétrico no segmento residencial aumentou cerca de 6,5%. Enquanto em 1989 esse consumo era de 19,6%, em 1999 aumentou para 26%.

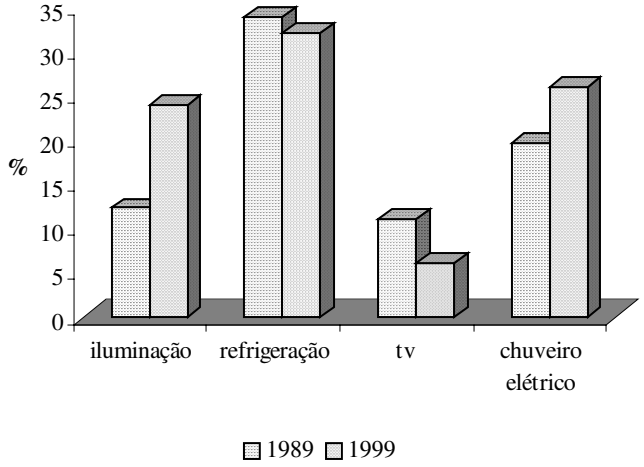


Figura 3.7 Participação em porcentagem dos equipamentos no consumo residencial – Brasil
Fonte: PROCEL, 1989. PROCEL, 1999.

Embora a geladeira e o chuveiro elétrico sejam apontados como os principais responsáveis pelo consumo de eletricidade nos domicílios brasileiros, outros equipamentos, como televisão e iluminação também apresentam considerável participação neste segmento (PROCEL, 1999).

Nas cinco regiões do país, a participação da geladeira e da televisão apresenta-se de forma semelhante com uma média de 35% e 12%, respectivamente. Já a participação do chuveiro elétrico predomina nas regiões sul (21%), sudeste (22%) e centro-oeste (22%), enquanto a iluminação é responsável pela maior parcela do consumo total de eletricidade nos domicílios das regiões norte (19,6%) e nordeste (18%), mostrado na Figura 3.8 (PROCEL, 1989[6]).

[6] A participação do consumo de energia elétrica dos equipamentos no setor residencial brasileiro foi pesquisada no Projeto PROCEL 5.2.3 – Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo, em 1989. Tratou-se de ampla pesquisa englobando todas as classes sócio-econômicas e diferenças regionais envolvendo hábitos, costumes, linguagem e clima típicos. Desde então, esta pesquisa tem sido a única referência realizada com esta abrangência.

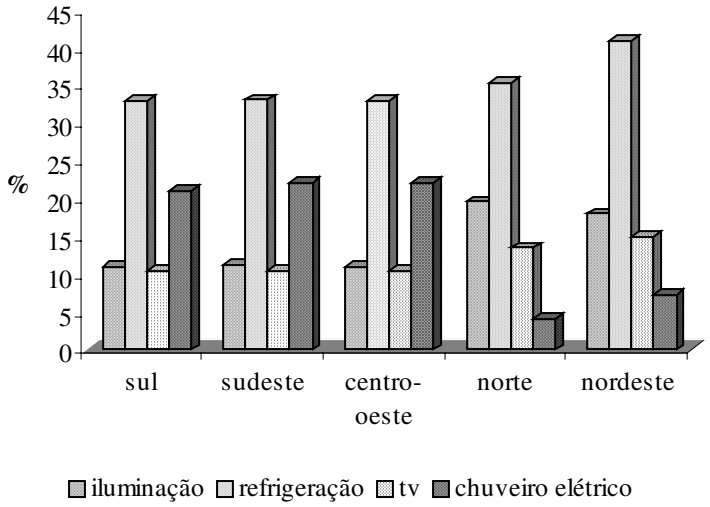


Figura 3.8 Participação em porcentagem de eletrodomésticos no consumo de eletricidade residencial

Fonte: PROCEL, 1989.

3.1.1 Consumo residencial de eletricidade na Região Metropolitana de Campinas e do município de Campinas

De acordo com o sumário de dados da Região Metropolitana de Campinas - RMC, no ano 2000, os 19 municípios[7] pertencentes a RMC, consumiram um valor superior a 7,5 GWh de energia elétrica. O consumo de energia elétrica, na cidade de Campinas, equivaleu a 32% deste total como mostra a Figura 3.9, e o setor residencial respondeu por 25% do consumo total de eletricidade da RMC. O segmento industrial é ainda o grande consumidor, responsável por 56% da demanda, similar à média nacional, mostrado na Figura 3.10.

[7] Os municípios que formam a RMC de Campinas são Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Hortolândia, Holambra, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Sta Bárbara D'Oeste, Sto Antonio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo.

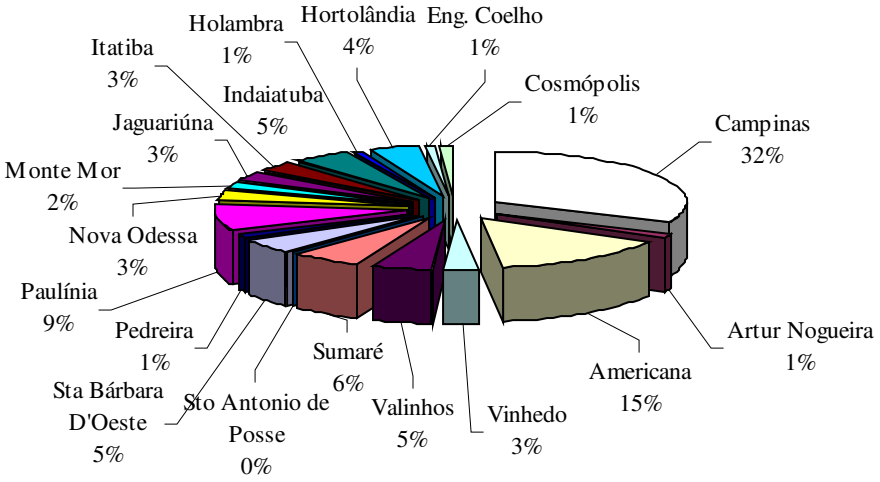


Figura 3.9 Consumo de energia elétrica – Região Metropolitana de Campinas, 2000
Fonte: SEPLAN, 2004.

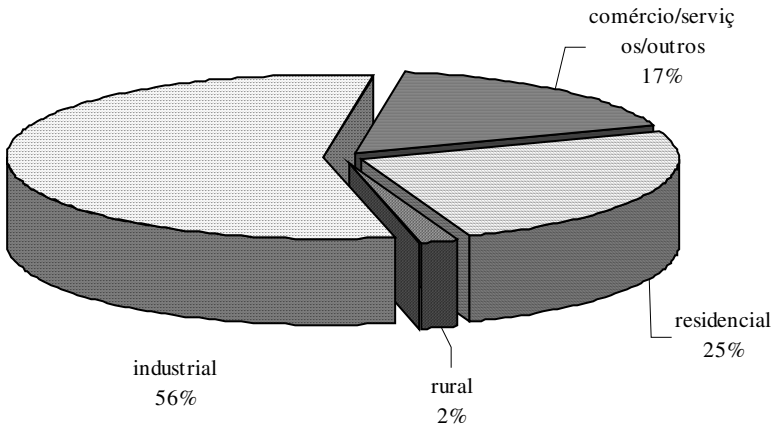


Figura 3.10 Consumo de energia elétrica por setor – RMC, 2000
Fonte: SEPLAN, 2004.

No período de 1988 a 2000, observou-se um crescimento de, aproximadamente, 50% do consumo de energia elétrica no segmento residencial do município de Campinas como mostra a Figura 3.11. A evolução crescente do consumo de energia elétrica neste setor, de 1988 a 2000, é mostrada na Figura 3.12.

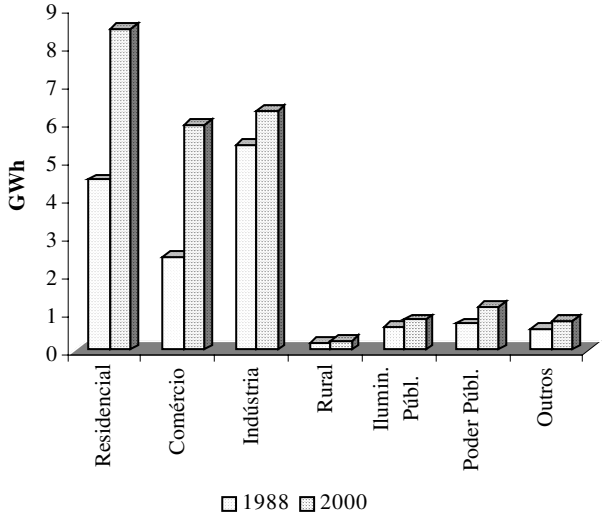


Figura 3.11 Consumo de energia elétrica (GWh) município de Campinas (1988/2000)
Fonte: SEPLAN, 2004.

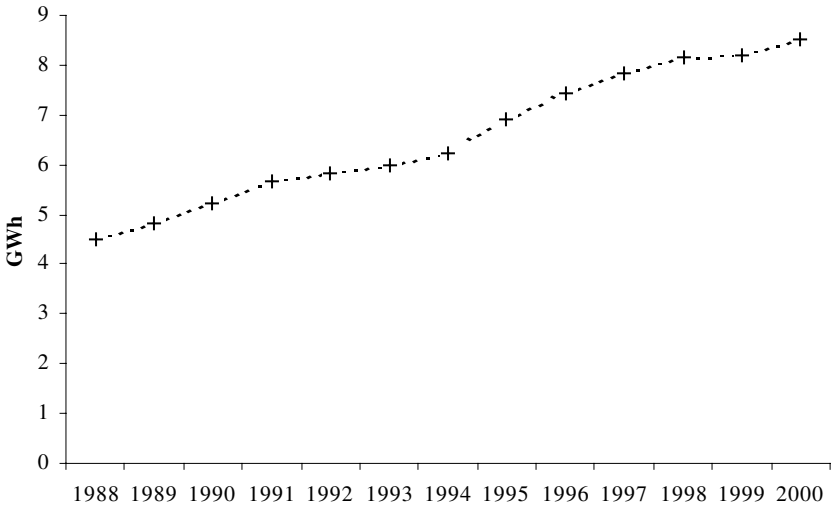


Figura 3.12 Evolução do consumo de energia elétrica (GWh) no setor residencial
Município de Campinas (1988-2000)
Fonte: SEPLAN, 2004.

3.2 Aquecimento de água no setor residencial brasileiro

Conforme mostrado no item 3.1, anteriormente, o aquecimento de água nos domicílios brasileiros é responsável por aproximadamente 26% do consumo final de energia elétrica no setor

residencial, respondendo por 6% do consumo nacional (PROCEL, 1999). Esta realidade nacional está relacionada ao hábito de uso de água quente pela população, e principalmente às características do chuveiro elétrico, que é o equipamento mais utilizado nos domicílios brasileiros (PROCEL, 1999).

Segundo Mesquita (1999) dentre as tecnologias existentes para aquecimento de água residencial, o chuveiro elétrico é a forma de obter água aquecida mais comumente utilizada, possibilitando aos cidadãos brasileiros melhoria nas condições diárias de qualidade de vida. Mesquita (1999) justifica que a grande difusão nacional do chuveiro elétrico é devido ao seu baixo custo inicial de aquisição e extrema facilidade de instalação, provocando maior interesse à população. A legislação brasileira quando define apenas a instalação das tubulações de água fria favorece também tal situação.

As potências nominais dos chuveiros elétricos encontradas no mercado brasileiro variam entre 3 e 7,5 kW. Observa-se que o mercado brasileiro, ao longo dos anos, vem aumentando estas potências, pois os fabricantes estão sempre buscando oferecer chuveiros elétricos com maior potência (ACHÃO, 2003).

Os requisitos básicos de conforto para o banho do consumidor são alcançados através da temperatura da água (ºC) e da vazão (l/min). Assim, os consumidores são levados por uma tendência natural de substituírem seus chuveiros por outro de potência mais elevada. A Tabela 3.2 apresenta alguns modelos de chuveiros elétricos comercializados no Brasil.

Tabela 3.2 Modelos de equipamentos comercializados no Brasil

Fabricantes	Modelos	Potência Nominal (kW)
Fame	Banho nosso(1)	3,0; 4,0; 4,6; 4,8; 5,0 e 5,4
Fame	Tradicional(1)	3,5; 4,6; 4,8; 5,0 e 5,5
Lorenzetti	Bella ducha(1)	4,4 e 5,4
Lorenzetti	Lorenduxa(2)	4,4; 5,4 e 6,4
Corona	Banho total(2)	5,5 e 6,5
Corona	Mega banho(2)	5,5 e 7,5

Fonte: INMETRO, 2004. (1) 3 temperaturas; (2) 4 temperaturas

Torna-se relevante ressaltar que o Brasil não apresenta somente desigualdades econômicas (nível de renda), mas também tecnológicas (difusão de equipamentos), demográficas

(população e distribuição demográfica), climáticas e culturais. Estas diferenças refletem variações na estrutura de posse de equipamentos, que podem ser observadas na Tabela 3.3, no caso em específico, equipamentos para aquecimento de água residencial. Na mesma Tabela, observa-se a expressiva participação do chuveiro elétrico no Brasil, com cerca de 70% dos domicílios brasileiros usando o chuveiro elétrico para aquecer água.

Tabela 3.3 Posse de equipamentos para aquecer água – BRASIL e regiões

Equipamentos	Regiões (%)					
	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Norte	Nordeste	**Brasil**
Chuveiro elétrico	88,1	83,5	72,9	7,9	15,2	**67,6**
Aquecedor de passagem KDT	0,8	0,7	0,1	0,1	*	**0,5**
Aquecedor de acumulação	1,1	1,1	0,5	0,1	*	**0,8**
Torneira elétrica	3,7	5,9	0,3	0,1	*	**3,8**
Ebulidor	0,7	1,4	0,4	*	0,2	**0,9**

Fonte: PROCEL, 1989.

No item 3.1 (Figura 3.7) deste capítulo foi mencionada a forte participação do chuveiro elétrico nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do país, onde o consumo residencial mensal de eletricidade em 1989 era superior a 20%. Este quadro é verificado porque estas regiões apresentam climas mais frios, principalmente as regiões sul e sudeste, havendo assim a necessidade do uso de aquecedores de água nos domicílios.

Um estudo recente, realizado pelo Programa Brasileiro de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL, revela informações sobre o número médio de chuveiros por domicílio na área de abrangência de algumas concessionárias de energia elétrica da região sudeste do país. Este estudo revela, também, que mais de 90% dos domicílios atendidos por estas concessionárias, optaram pelo chuveiro elétrico como forma de aquecimento de água para banho.

A Tabela 3.4 mostra que no Estado de São Paulo a presença de chuveiro é, em média, de um chuveiro por domicílio.

Tabela 3.4 Presença do chuveiro elétrico nas concessionárias da região sudeste (com exceção do Espírito Santo)

Concessionárias	Região	Nº médio de chuveiros/ domicílio
LIGHT**	Rio de Janeiro	0,61
CERJ*	Rio de Janeiro	0,51
CEMIG***	Minas Gerais	0,98
CESP*	São Paulo	1,12
CPFL*	São Paulo	1,05

Fonte: *Procel, 1997; **Procel, 1999; ***Procel, 2000.

O preço médio do chuveiro elétrico com potência nominal 4,4 kW está em torno de R$ 20,00[2]. Apesar do baixo custo inicial de aquisição e facilidade de instalação do chuveiro elétrico, a elevada potência e o horário de utilização do chuveiro elétrico penalizam acentuadamente o sistema elétrico.

O horário de predominância do uso do chuveiro elétrico situa-se entre 17 e 20 horas, atingindo o pico entre 18 e 19 horas quando cerca de 50% dos aparelhos são usados simultaneamente (ANEEL, 2002). Os resultados das curvas de carga a nível de regiões, divulgados pelo PROCEL (1989), revelam a existência de semelhanças entre as curvas de carga das regiões sul, sudeste e centro-oeste. Observa-se, também, que nestas regiões a demanda máxima nas curvas de carga ocorre às 19h (Tabela 3.5), e que no horário vespertino a demanda começa a crescer mais cedo.

Tabela 3.5 Período de uso do chuveiro elétrico por regiões (em porcentagem)

Período provável de uso do chuveiro elétrico	Região Sul		Região Sudeste		Região C. Oeste		**Brasil**	
	Seg/sex	Sab/dom	Seg/sex	Sab/dom	Seg/sex	Sab/dom	**Seg/sex**	**Sab/dom**
17:01 – 18:00 horas	18,3	21,8	32,1	33,7	28,0	25,5	**27,9**	**29,5**
18:01 – 19:00 horas	51,9	37,7	48,9	44,2	51,1	45,6	**49,2**	**42,3**
19:01 – 20:00 horas	32,9	23,9	28,1	22,6	30,4	27,3	**29,0**	**22,8**

Fonte: PROCEL, 1989.

Segundo Ennes (1985), a grande relevância que o segmento residencial representa no sistema elétrico nacional está diretamente ligada a sua demanda máxima, que ocorre no horário

[2] Foi realizada uma pesquisa de preços de chuveiros elétricos, em abril de 2004, em algumas empresas revendedoras de chuveiro elétrico. Através desta pesquisa observou-se que grande parte dos chuveiros elétricos recém lançados no mercado brasileiro apresentam potência nominal mínima de 4,4kW.

de ponta do sistema. Dentro deste setor, o chuveiro elétrico é considerado o equipamento que contribui significativamente com o aumento da demanda máxima deste segmento.

3.3 Aquecimento de água na área de concessão da CPFL[8]

A pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo feita pelo PROCEL/PUC-Rio, em 1997, mostra a contribuição média de seis aparelhos eletrodomésticos na carga residencial da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL. A Figura 3.13 mostra o perfil médio da curva de carga obtida a partir da pesquisa realizada. A participação do chuveiro elétrico no horário de ponta, compreendido entre 17 e 20 horas, atinge o pico de demanda máxima às 19h.

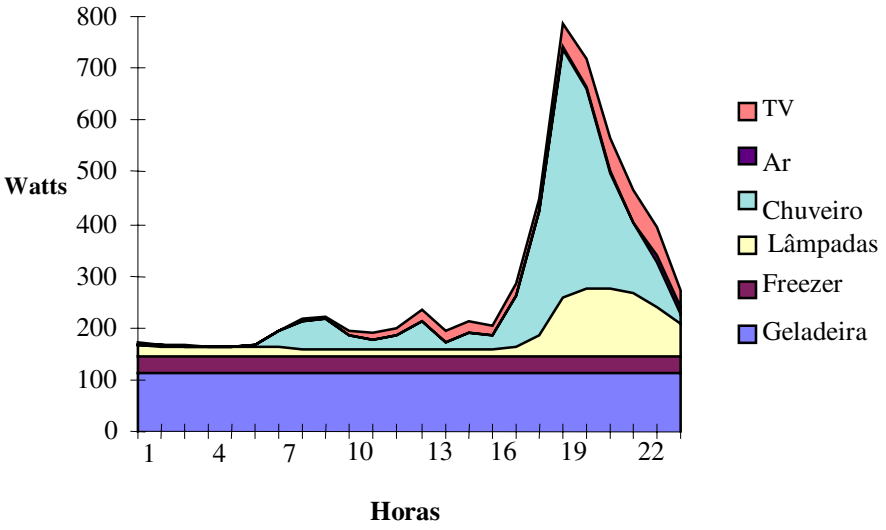


Figura 3.13 Participação de eletrodomésticos na carga residencial da CPFL
Fonte: PROCEL, 1997.

Nos domicílios da área de concessão da CPFL, o uso do chuveiro elétrico como forma de aquecimento de água para banho é predominante, atingindo um percentual superior a 98%, enquanto a opção pelo uso das outras formas de aquecimento de água é inferior a 1%, Tabela 3.6.

[8] Este item está mais direcionado à região do estudo de caso deste trabalho, Distrito de Barão Geraldo, que se localiza no município de Campinas/SP. A concessionária de energia elétrica que atende esse Município é a Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL.

Tabela 3.6 Participação dos equipamentos para aquecimento de água na área de concessão da CPFL (%)

Faixas de Consumo (kWh)	**Chuveiro Elétrico**	**Aquecedor de passagem (KDT)**	**Aquec. solar individual**	**Aquec. solar central**
0-50	91,89	*	*	*
51-100	98,65	*	*	*
101-150	100	*	*	*
151-300	99,37	*	*	0,31
301-500	95,29	2,35	1,18	1,18
> 500	92,31	3,85	*	*
Geral	**98,27%**	**0,43%**	**0,14%**	**0,29%**

Fonte: PROCEL-CPFL, 1997.

Nesta mesma pesquisa, observou-se que à medida que cresce a faixa de consumo, a área da residência aumenta. Na tabela 3.7, percebe-se que há uma predominância de domicílios com área de 51 a 75m^2, correspondendo a cerca de 34%[9]. Verificou-se, também, que aproximadamente 93% dos clientes da CPFL vivem em unidades habitacionais classificadas como casas.

Tabela 3.7 Relação da faixa de consumo (kWh) com a área residencial (m2)

Faixa de consumo (kWh)	**Até 50**	**51 a 75**	**76 a 100**	**101 a 150**	**151 a 200**	**>200**
0-50	21,05	52,63	10,53	15,79	*	*
51-100	37,18	32,05	15,38	8,97	2,56	3,85
101-150	31,08	39,86	14,86	10,81	1,35	2,03
151-300	14,58	32,99	27,78	14,58	4,86	5,21
301-500	10,26	23,08	32,05	16,67	11,54	6,41
>500	4,00	8,00	28,00	16,00	8,00	36,00
Geral	20,46	**33,44**	22,90	13,44	4,43	5,34

Fonte: PROCEL-CPFL, 1997.

A potência dos chuveiros em uso, na área de concessão da CPFL, é de aproximadamente 4,4 kW e o número médio é de, pelo menos, um chuveiro por domicílio. A Tabela 3.8 mostra que a medida que a faixa de consumo aumenta, cresce a quantidade de chuveiros elétricos nos domicílios, com exceção no consumo acima de 500 kWh. Avalia-se que estes consumidores residenciais devem estar utilizando outras formas de aquecimento de água, como gás, acumulação elétrico ou solar.

[9] Nesta pesquisa, a noção de espaço para uma casa ou apartamento com um quarto, sala, cozinha, banheiro e dependências de empregada tem em média uma área de 50m^2. Se forem dois quartos a área aumenta para uma média de 75m^2.

Tabela 3.8 Participação do chuveiro elétrico, por faixa de consumo, na área de concessão da CPFL

Faixa de consumo (kWh)	Número de chuveiros
0-50	0,79
51-100	0,90
101-150	0,97
151-300	1,10
301-500	1,27
>500	1,11
Geral	**1,05**

Fonte: PROCEL-CPFL, 1997.

3.4 Uso racional da energia elétrica e o consumidor

A referência cronológica do uso racional de energia elétrica no Brasil dá-se em meados de 1975, quando o Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia – GEFAE organizou, em colaboração com o MME, um seminário sobre conservação de energia, tratando-se, portanto de uma iniciativa pioneira no Brasil (NEPET, 2004).

Em 1985, o governo brasileiro criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL[10], para promover a conservação de energia elétrica de uso final, assim como a redução de perda no serviço de transmissão e distribuição. O PROCEL opera financiando ou co-financiando uma determinada quantidade de projetos de eficiência energética, executados por concessionárias estaduais ou locais, agências estaduais, empresas privadas, prefeituras, universidades e institutos de pesquisa (GELLER, 2003).

A pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo, desenvolvida pelo PROCEL em 1989, mostra que nas regiões brasileiras a porcentagem dos consumidores residenciais que adotam alguma medida para conservação de energia elétrica é superior a 80% (Tabela 3.9).

,

[10] O PROCEL é gerido por uma secretaria executiva subordinada à Eletrobrás.

Tabela 3.9 Índice de domicílios brasileiros que adotam medidas para conservação de energia

Regiões	Adoção de medidas de conservação nos domicílios (%)
Sul	89,1
Sudeste	86,6
Centro-oeste	85
Norte	82,8
Nordeste	81,9
Brasil	85,9

Fonte: PROCEL, 1989.

Observa-se que as formas de ação dos consumidores quanto à conservação de energia enquadram-se nas mais elementares, como desligar as lâmpadas e televisores quando não estão sendo usados. Porém, os consumidores não identificam o potencial de economia na aquisição de equipamentos com tecnologias mais eficientes. As principais características que os consumidores procuram em um eletrodoméstico são qualidade, marca e preço, não sendo o consumo uma das principais preocupações, principalmente para os consumidores de alto poder aquisitivo (PIMENTEL et al., 1999).

De acordo com uma pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo, realizada pela CPFL junto ao PROCEL, mais de 80% da população da área pesquisada declararam adotar medidas de combate ao desperdício de energia elétrica em seus domicílios, (PROCEL, 1997).

As medidas adotadas pelas pessoas dos domicílios amostrados, segundo essa pesquisa (Tabela 3.10), mostram que mais de 76% dos domicílios (Figura 3.14)[11], desligam as lâmpadas ao se ausentarem do ambiente por mais de meia hora. A segunda medida mais adotada, representando um percentual de 25%, é diminuir o tempo de banho ao utilizar o chuveiro elétrico.

[11] Os percentuais apresentados na figura 3.14 não correspondem a 100%, porque cada percentual é calculado independente para cada medida de combate ao desperdício de energia elétrica.

Tabela 3.10 Medidas de combate ao desperdício de energia da população amostrada

1	Desligar lâmpadas ao se ausentar de um ambiente por mais de 30 minutos.
2	Abrir poucas vezes freezer e geladeira.
3	Não guardar alimentos quentes na geladeira.
4	Não colocar roupa para secar atrás da geladeira/freezer.
5	Verificar periodicamente se a borracha de vedação da geladeira está em boas condições.
6	Diminuir o tempo de banho quando usar o chuveiro elétrico.
7	Mudar a chave do chuveiro elétrico de "inverno" para "verão" .
8	Usar a máquina de lavar com a capacidade máxima.
9	Acumular roupas para passar.
10	Desligar a TV quando ninguém está assistindo.

Fonte: PROCEL/CPFL, 1997.

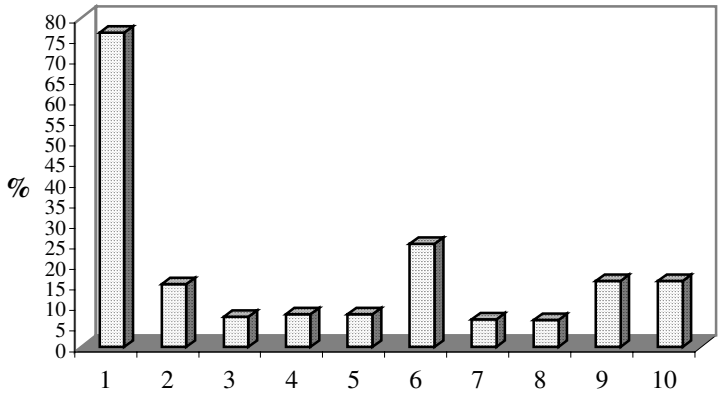


Figura 3.14 Medidas de combate ao desperdício de energia (em porcentagem)
Fonte: PROCEL/CPFL, 1997.

Outras medidas de conservação de energia elétrica são apresentadas abaixo (CBIE, 2004):

- Evitar ao máximo utilizar aparelhos eletrodomésticos nos horários de pico (entre 18 e 21h);
- Ao comprar eletrodomésticos, procurar os modelos que possuam a etiqueta do PROCEL que indicam o consumo de energia;
- Tomar cuidados com aparelhos em *stand by*, pois aparelhos como TV, vídeo cassete e de som ao serem desligados pelo controle remoto, continuam consumindo energia elétrica, ainda que em quantidade pequena;

- Aparelhos como decodificadores de TV a cabo e receptores de satélites mantêm o consumo mesmo estando desligados. Ao desligar este tipo de aparelho por controle remoto, o sinal é apenas cortado e o equipamento permanece ligado, mantendo o mesmo nível de consumo. Para interromper o consumo de energia neste caso, somente retirando-o da tomada quando não estiver em uso.

Uma atenção especial deve ser dada a refrigeradores e ao chuveiro elétrico, que são responsáveis em média, por 32% e 25% do consumo de energia elétrica de uma residência (conforme mencionado no item 3.1 deste capítulo), ou seja, estes dois equipamentos são responsáveis por mais de 50% da conta mensal de energia elétrica residencial. Outro equipamento que também exige cuidados quanto ao desperdício de energia elétrica é o *Boiler.*

- Medidas de uso racional da geladeira e *freezer*:
    - Ao abrir a porta do refrigerador, procurar retirar de uma só vez os alimentos que irão ser usados. O ato de abrir e fechar a porta muitas vezes é sinônimo de desperdício;
    - Mantê-los distante do sol, do fogão e de outras fontes de calor;
    - Não colocar alimentos quentes dentro da geladeira;
    - Não pendurar roupas na parte de trás;
    - No inverno, regular o termostato para uma posição de frio não muito intensa.

- Medidas de uso racional do chuveiro elétrico:
    - Procurar manter a chave de potência na posição verão. Na posição inverno o consumo de energia elétrica é, em média 30% maior;
    - Não tentar reaproveitar uma resistência queimada, pois aumenta o consumo;
    - Procurar adquirir chuveiros com potências menores, pois consomem menos energia elétrica.

- Medidas de uso racional do *boiler*:
    - No ato da compra do *boiler*, escolher aquele com capacidade para atender as necessidades da família;

- Verificar as características de isolamento do *boiler*, pois quanto melhores, menor o consumo;
- Dar preferência aos *boilers* que possuem controladores manuais de temperatura;
- Procurar instalá-lo perto dos pontos de consumo e isolar adequadamente as canalizações de água quente;
- Jamais ligar o boiler vazio à rede elétrica, por questão de segurança;
- Regular o termostato com a temperatura desejada. Assim, evita-se aquecer água desnecessariamente nos dias quentes.
- Optar por resistência elétrica manual, e não a automática, pois desta forma o consumidor só aquecerá a quantidade de água suficiente para sua necessidade, e não o volume total do reservatório térmico. Esse procedimento evita o consumo desnecessário de energia elétrica.

Capítulo 4

Estudo de caso: Distrito de Barão Geraldo – Município de Campinas

Este capítulo tem como finalidade apresentar a região onde foi realizada a pesquisa deste trabalho. É feita uma abordagem da caracterização sócio-econômica e demográfica do distrito de Barão Geraldo e a caracterização do clima do município de Campinas.

4.1 Região Metropolitana de Campinas e Município de Campinas

Campinas é um dos 645 municípios que fazem parte do Estado de São Paulo (IBGE, 2004). Está localizado na região centro-oeste (47º04'40" longitude Oeste e 22º53'20" latitude Sul) do Estado, numa altitude média de 680 m acima do nível do mar e situada a 100 km da capital paulista (Embrapa, 2004), como mostra a Figura 4.1. O município de Campinas ocupa uma área territorial de 796 km^2, e a área urbana corresponde a uma extensão de 388,9 km^2 (CANO e BRANDÃO, 2002).

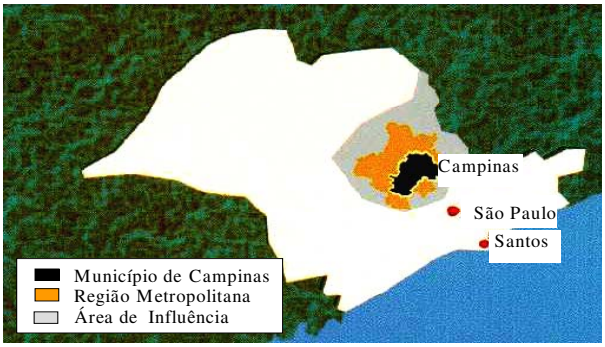


Figura 4.1 – Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo
Fonte: STREB, 2001

O Estado de São Paulo possui três Regiões Metropolitanas - RM, a de São Paulo, a da Baixada Santista e a de Campinas, como pode ser visto na Figura 4.2. Estas RM concentram cerca de 21,7 milhões de habitantes, isto é, 58,6% da população do Estado e 12% do total do País.

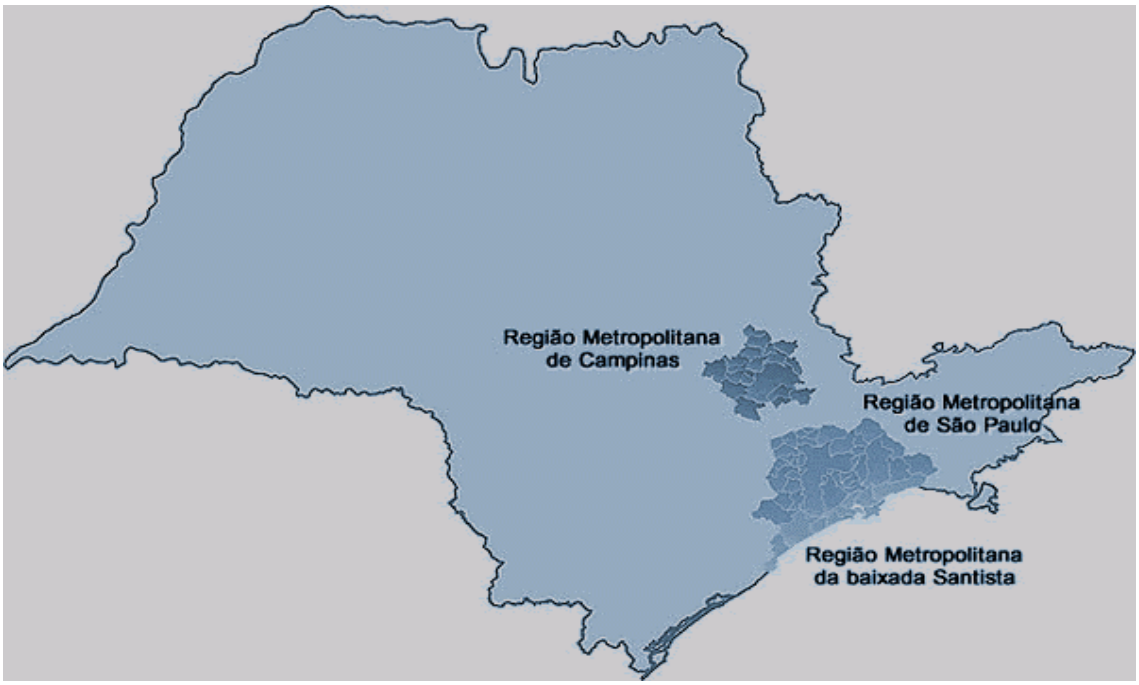


Figura 4.2 Regiões Metropolitanas de São Paulo
Fonte: EMPLASA, 2004.

A Região Metropolitana de Campinas - RMC concentra uma população superior a 2,3 milhões de habitantes, o que equivale a 6,3% do Estado de São Paulo e 1,4% do Brasil , ver Tabela 4.1. A RMC é formada por 19 municípios mostrado na Figura 4.3, ocupando 3.673 km^2

de área territorial, correspondendo a 1,48% do Estado de São Paulo e 0,04% da superfície brasileira, ver Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Regiões Metropolitanas, Estado de São Paulo e Brasil – Área e População

Regiões Metropolitanas, Estado de São Paulo e Brasil	Área (Km^2)			População (Ano 2000)		
		Estado	Brasil		Estado	Brasil
	Total	%	%	Habitantes	%	%
Regiões Metropolitanas	14.097	5,67	0,16	**21.693.671**	**58,6**	**12**
São Paulo	8.051	3,24	0,09	17.878.703	48,3	10,5
Campinas	**3.673**	**1,48**	**0,04**	**2.338.148**	**6,3**	**1,4**
Baixada Santista	2.373	0,95	0,03	1.476.820	4	0,9
Estado de São Paulo	248.809	-	2,91	37.032.403	-	21
Brasil	8.547.404	-	-	169.799.170	-	-

Fonte: EMPLASA, 2000.

Figura 4.3 Região Metropolitana de Campinas
Fonte: EMPLASA, 2004.

No último censo demográfico, referente ao ano 2000, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o município de Campinas apresentava uma população de

969.396 habitantes. Esta população está distribuída em quatro Distritos (Barão Geraldo, Joaquim Egídio, Nova Aparecida e Souzas) e uma sede municipal (cidade de Campinas), mostrada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Distribuição da população pertencente ao Município de Campinas

Distritos	População residente*		
	Total	**Urbana**	**Rural**
Campinas	886.709	873.595	13.114
Barão Geraldo	**45.585**	44.868	717
Joaquim Egídio	2.518	925	1.593
Nova Aparecida	20.006	20.006	-
Souzas	14.578	13.824	754
Município Campinas	**969.396**	**953.218**	**16.178**

Fonte: IBGE, 2000. * Situação total domiciliar 2000.

A Figura 4.4 mostra a distribuição relativa da população pertencente aos quatro distritos do Município de Campinas, onde fica evidente a parcela significativa da população do distrito de Barão Geraldo (noroeste da cidade de Campinas), em relação aos demais, quando excluída a cidade de Campinas.

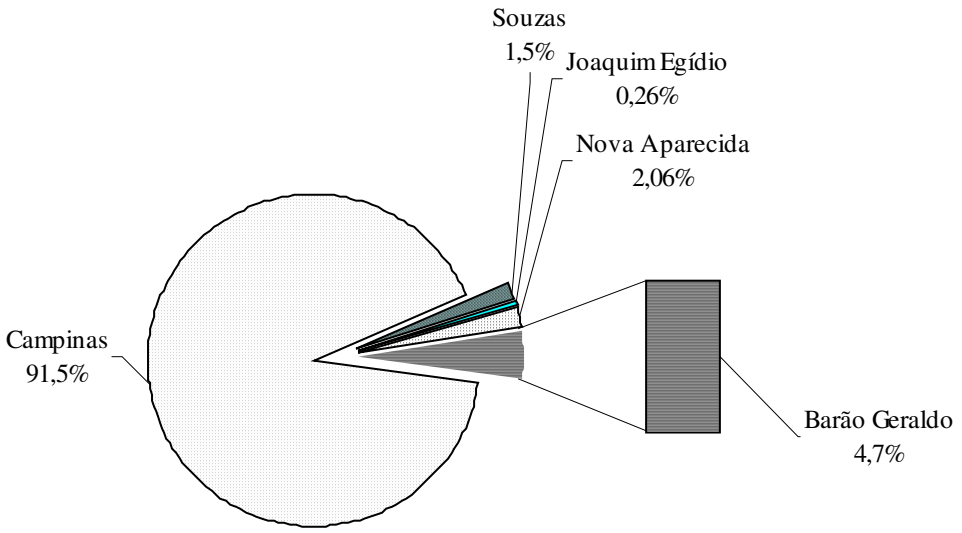


Figura 4.4 Distribuição relativa da população do Município de Campinas
Fonte: IBGE, 2000.

Do total da população residente no distrito de Barão Geraldo (45.585 habitantes), 22.584 habitantes (49,54%) são do sexo masculino.

A população do distrito de Barão Geraldo evoluiu de forma expressiva entre as décadas de 70 e 90, onde a população aumentou aproximadamente cinco vezes, ver Figura 4.5. Enquanto na cidade de Campinas, neste mesmo intervalo de tempo, cresceu praticamente a metade, como mostra a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Distribuição relativa (%) dos Distritos do Município de Campinas

Distritos	**População Total**					**Distribuição Relativa (%)**				
	1970	**1980**	**1991**	**1996**	**2000**	**1970**	**1980**	**1991**	**1996**	**2000**
Campinas	358.499	622.696	777.735	834.630	886.709	95,1	93,76	91,79	91,94	91,65
Joaquim Egídio	2.555	2.749	2.842	2.660	2.518	0,68	0,41	0,34	0,29	0,10
Souzas	5.783	7.698	9.790	11.363	14.578	1,54	1,16	1,16	1,25	1,45
Nova Aparecida	1.456	11.814	16.900	18.921	20.006	0,39	1,78	1,99	2,08	2,09
Barão Geraldo	8.204	19.224	40.020	40.180	45.585	2,18	2,89	4,72	4,43	**4,71**
Município Campinas	376.497	664.181	847.287	907.754	969.396	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte:SEPLAN, 2000.

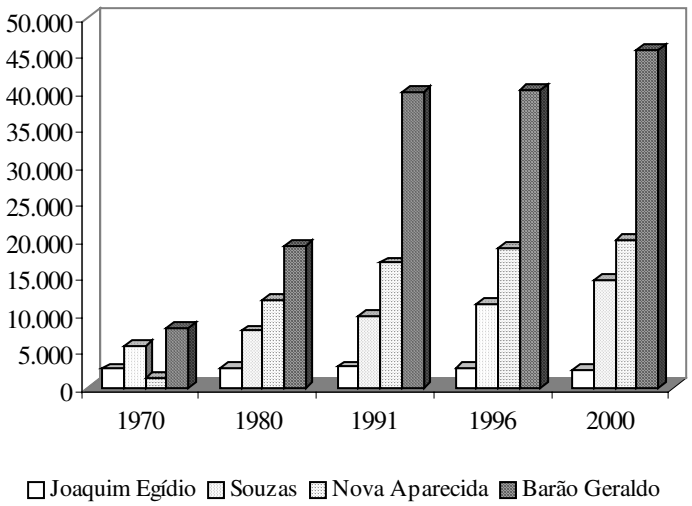


Figura 4.5 Evolução da população dos Distritos do Município de Campinas
Fonte: SEPLAN, 2000.

4.2 Caracterização sócio-econômica e demográfica do distrito de Barão Geraldo (Desenvolvimento Urbano e Espaço Físico)

O principal elemento estruturador do distrito de Barão Geraldo foi a Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, pois o crescimento do distrito de Barão Geraldo está associado às atividades desenvolvidas ou geradas pela UNICAMP. A partir da implantação da universidade, em meados dos anos 60, iniciou-se o processo de parcelamento do solo para fins urbanos, com a incorporação crescente de novas glebas de tecido urbano (SEPLAN, 1996).

A primeira das iniciativas a influir na vida da então "vila" de Barão Geraldo, puramente rural e sem perspectivas para seus moradores, foi a instalação da fábrica da Rhodia[12] na antiga fazenda São Francisco em meados da década de 40, do século passado. Até então, os trabalhadores saíam de Barão Geraldo em busca de empregos em Campinas. O crescimento desta indústria começou a demandar mudanças e melhorias na pequena "vila", levando à criação de uma pequena escola, e os meios de transportes públicos começaram a circular no bairro (RIBEIRO, 2003).

No início dos anos 70 foi implantado o Loteamento Cidade Universitária, voltado para o atendimento de cidadãos de poder aquisitivo mais elevado que a média de moradores de Barão Geraldo. O loteamento se destinava basicamente a professores e administradores universitários. Porém, dada a sua localização, passou a ser uma alternativa para famílias de outras localidades, com padrão de renda mais elevado (RIBEIRO, 2003).

A ocupação do solo em 1974 se restringia basicamente ao centro do distrito de Barão Geraldo, à UNICAMP e ao Loteamento Cidade Universitária. No período compreendido entre 1974 e 1980, praticamente não houve ampliação, porém ocorreu a ocupação urbana da região do Vale das Garças, fora do perímetro urbano e totalmente separada da malha urbana, e também no Guará[13]. Todos os outros bairros tiveram sua ocupação posterior a 1980 (RIBEIRO, 2003).

[12] Em meio a Segunda Grande Guerra Mundial, os problemas provocados pelo conflito, levaram a Rhodia à decisão de plantar cana e produzir o álcool. Depois de um minucioso estudo, em dezembro de 1942, a Rhodia comprou a Fazenda São Francisco, próximo a Campinas.

[13] Vale das Garças e Guará são bairros do Distrito de Barão Geraldo.

Depois da UNICAMP, principal pólo de atração do crescimento em Barão Geraldo, o sistema viário foi o elemento que estruturou o espaço local. Assim, as rodovias D. Pedro I e Campinas-Paulínia, no que diz respeito à articulação regional, a Estrada da Rhodia e o acesso a Barão Geraldo à Rodovia Campinas-Paulínia, que respeita à articulação interbairros, são os principais elementos estruturadores do espaço do Distrito (RIBEIRO, 2003).

Por outro lado, é importante ressaltar que o centro do distrito de Barão Geraldo não conseguiu polarizar as demandas de consumo por equipamentos sociais e de uso coletivos, provenientes dos bairros de seu entorno. Este fato se deu em parte pela proximidade do núcleo de Barão Geraldo, que dista 12 quilômetros do centro de Campinas (RIBEIRO, 2003).

A ocupação e articulação das atividades urbanas do distrito de Barão Geraldo não podem ser compreendidas como um objeto desconectado de Campinas, pois o crescimento observado no distrito está inserido em uma dinâmica maior, de distribuição das atividades e das pessoas pelo território do município e da região de Campinas. A partir desta percepção é possível compreender e justificar o acelerado processo de ocupação mostrado na Tabela 4.4 e na Figura 4.6, a elevada renda média de seus habitantes, bem como a pouca presença de loteamentos populares e de periferias pobres.

Tabela 4.4 Distribuição da população total, urbana e rural nos Distritos do Município de Campinas

Distritos	**População (Total)**			**População Urbana**			**População Rural**		
	1991	1996	2000	1991	1996	2000	1991	1996	2000
Campinas	777.735	834.630	886.709	759.743	810.924	953.218	17.992	23.706	13.114
Joaquim Egídio	2.842	2.660	2.518	1.152	813	925	1.690	1.847	1.593
Souzas	9.790	11.363	14.578	9.174	10.655	13.824	616	708	754
Nova Aparecida	16.900	18.921	20.006	16.471	17.885	20.006	429	1.036	-
Barão Geraldo	40.020	40.180	45.585	38.076	38.666	44.868	1.944	1.514	717
Município Campinas	**847.287**	**907.754**	**969.396**	**824.616**	**878.943**	**953.218**	**22.671**	**28.811**	**16.178**

Fonte: SEPLAN, 1998 - Sumário de Dados.

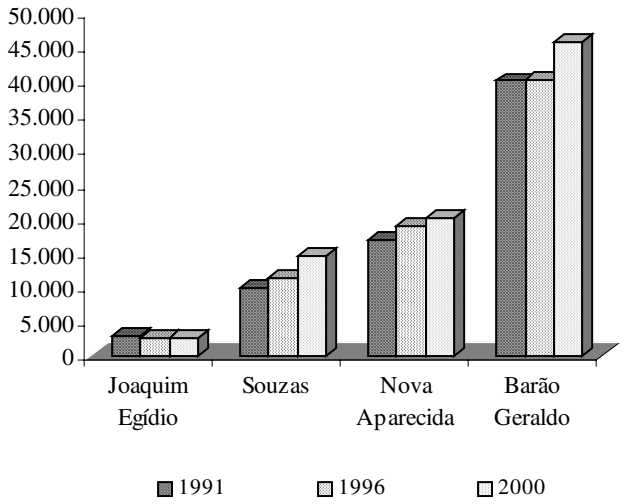


Figura 4.6 População total por Distrito (1991, 1996 e 2000)
Fonte: SEPLAN, 1998.

O comércio do distrito de Barão Geraldo vem se intensificando e se ampliando a partir da área central de Barão Geraldo em direção aos bairros. Esta atividade que há mais de 30 anos não passava de algo incipiente, que comportava não mais do que três armazéns, um pequeno banco e uma farmácia tem se expandido com a abertura de várias galerias comerciais, lojas, padarias, farmácias, mercados de frutas e legumes que procuram atender a demanda crescente por bens e serviços (RIBEIRO, 2003).

A Região Metropolitana de Campinas - RMC é a segunda maior região administrativa do Estado de São Paulo, possuindo mais de 4.500 indústrias e 15.500 estabelecimentos comerciais, e representa 12% do PIB do Estado de São Paulo e 4,2% do PIB nacional[14]. Somente a população de Campinas apresenta um potencial de consumo de 5,6 bilhões de dólares por ano, pois 80% de sua população pertencem às classes A, B e C (RIBEIRO, 2003).

Mesmo com crescimento intenso, o perfil sócio-econômico do distrito de Barão Geraldo não evoluiu de forma negativa, com os principais indicadores sociais situando-se em percentuais mais elevados do que o total do município, apesar da grande área rural existente. A razão para tal, decorre fundamentalmente do próprio perfil da população de classe média e média alta que caracteriza a região. Assim, é interessante também destacar que os dados de renda e escolaridade

[14] Fonte: EMPLASA, 2000.

diferenciam Barão Geraldo[15] da cidade como um todo, ao mesmo tempo que expressam as grandes diferenças existentes entre os próprios bairros que a compõem.

De acordo com o último censo demográfico (2000) do IBGE, o distrito de Barão Geraldo apresenta 13.124 domicílios. Deste total, 12.444 são casas e 670 são apartamentos. Estes dados revelam a horizontalidade do distrito de Barão Geraldo. Observa-se que em aproximadamente 50% dos domicílios do distrito de Barão Geraldo, residem 3 e 4 pessoas por domicílio.

O sumário demográfico (1996) da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Município de Campinas revela que a renda média nominal do chefe de família do distrito de Barão Geraldo é superior a da cidade de Campinas, como mostra a Tabela 4.5. No Censo Demográfico 2000, observa-se que o rendimento médio total (R$) está mais concentrado nos bairros Cidade Universitária, Residencial Rio das Pedras e Residencial Barão do Café, correspondendo, a cerca de 40% do rendimento médio total do Distrito de Barão Geraldo (R$).

Tabela 4.5 Renda média nominal do chefe de família em salários mínimos por Distritos

Distritos	**Renda Média do Chefe (Salário Mínimo)**
Campinas	7,05
Barão Geraldo	8,53
Joaquim Egídio	4,68
Nova Aparecida	4,07
Souzas	6,08

Fonte: SEPLAN, 1996 - Sumário de Dados.

No que diz respeito às características gerais existe uma tendência de crescimento de Barão Geraldo, apontado por Ribeiro (2003), associado ao uso residencial, com ampliação de demanda por parte de segmentos de classe média e média alta, que deverão continuar privilegiando os bairros próximos à UNICAMP como local de moradia. Além de acelerar a ocupação nos bairros já implantados.

[15] O Distrito de Barão Geraldo possui um bairro chamado Barão Geraldo.

4.3 Caracterização do clima do município de Campinas

O clima do Brasil pode ser classificado, em geral, como equatorial, tropical e subtropical, mas dentro do território brasileiro existem diferenças quanto ao clima em mesmas regiões (CLIMABRASILEIRO, 2004).

Campinas está próxima ao Trópico de Capricórnio, o que o aproxima de um clima tropical, porém modificado pela altitude que varia entre 500 e 1000 m, induzindo a um caráter sub-tropical, ver Figura 4.7. O clima da região campineira, segundo o método de Kopper[16], é classificado como Cwa - clima mesotérmico com verões quentes e estações secas de inverno, ou seja, o mês mais frio apresenta média mensal inferior à 18ºC e, no verão, o mês mais quente tem média superior à 22ºC. (EMBRAPA, 2004).

Figura 4.7 Classificação climática das regiões brasileiras
Fonte: CLIMABRASILEIRO, 2004.

A Tabela 4.6 apresenta dados médios de algumas características climáticas do município de Campinas, nos últimos 40 anos (IAC, 2003).

[16] Método internacionalmente adotado na classificação climática, pois considera fatores como relevo, regime de chuvas, temperatura, entre outros e representa com letras características de temperatura e regime de chuvas nas diversas estações do ano.

Tabela 4.6 Dados climáticos do município de Campinas

Dados	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Média
	Média	Média	Média	Média	Anual
Temperatura média máx. (ºC)	29,5	25,8	26,3	28,7	27,6
Temperatura .média mín. (ºC)	18,9	13,9	13,5	17,5	16
Temperatura média (ºC)	24,2	20,1	19,9	23,2	21,8
Umidade relativa média (%)	78,9	75,8	68,2	75,5	75,6
Nebulosidade média (0-10)	5,8	3,9	3,7	5,6	4,8
Velocidade do vento (m/s)	1,9	2,0	2,6	2,7	2,3
Freqüência de chuva (dias)	14,3	6	5,3	12,7	114(1)
Insolação diária média (horas)	6,6	7,3	7,3	6,8	7,0
Radiação solar (MJ/m^2)	21,5	16,4	17,4	21,7	19,3

Fonte: IAC, 2003. (1) Média anual de freqüência de chuva, em dias.

O verão tem início em 20 de dezembro, finalizando em 20 de março, e o município de Campinas apresenta temperaturas elevadas até março, com média das máximas de 29,5ºC em dezembro e 29,7ºC em março e média das mínimas de 19,2ºC em dezembro e 19,5ºC em março. Os meses de verão em Campinas são os mais chuvosos, com totais entre 170 a 260 mm/mês e entre 13 e 17 dias com chuvas. As maiores chuvas ocorrem em janeiro, com um volume de 260 mm (CEPAGRI, 2004).

No verão em Campinas, o número de horas com sol diminui e os dias ficam mais curtos a partir de 21 de dezembro. Na entrada do verão, os dias são os mais longos do ano, com cerca de 13,5 horas duração. No final do verão, e entrada do outono, os dias passam a ter cerca de 12 horas de duração. O verão campineiro é caracterizado por dias encobertos e umidade do ar elevada (CEPAGRI, 2004).

As características do outono do município de Campinas se assemelham as de São Paulo, apresentando temperaturas amenas pela manhã, cerca de 2 a 3°C abaixo das de verão, aumentando as horas de céu claro ou parcialmente encoberto, diminuindo as chuvas e diminuindo a umidade do ar (CEPAGRI, 2004).

No inverno, o município de Campinas apresenta temperaturas médias máxima e mínima de 25ºC e 12ºC, respectivamente. O inverno, em todo Estado de São Paulo é caracterizado por períodos de frio, que persistem por 3 a 4 dias, intercalados por períodos de temperaturas mais elevadas. O céu fica mais claro e ligeiramente encoberto na maior parte dos dias, a umidade relativa do ar diminui em 10% e aumenta o número de horas com sol, apresentando dias mais longos a partir do início do inverno (CEPAGRI, 2004).

A primavera na região de Campinas apresenta temperaturas em elevação até dezembro, com média máxima de 27,2ºC em setembro e 29,5ºC em dezembro e média mínima de 14,9ºC em setembro e 18,3ºC em dezembro. De modo geral, em setembro, ainda ocorrem poucos dias de chuvas, cerca de 8 dias. Os demais dias do mês são de céu claro a ligeiramente encoberto. Já em dezembro o total de chuvas é de 217mm em média (CEPAGRI, 2004).

No início da primavera a umidade do ar ainda é baixa, com mínimas de 25 a 30%, mas com o início das chuvas a umidade deixa de ser crítica para o conforto ambiental, passando a mínima de 35/40%. Há um aumento no número de horas com sol, onde os dias tornam-se cada vez mais longos. Os dias são praticamente iguais às noites, com 12 horas de duração. No final da primavera e entrada do verão os dias passam a ter mais de 13,5 horas de duração (CEPAGRI, 2004).

A disponibilidade de radiação solar no Estado de São Paulo pode ser visualizada na Figura 4.8, sendo dividida em quatro regiões solarimétricas. Na Tabela 4.7 são mostrados valores que correspondem à energia anual incidente e as horas médias de insolação anual nestas regiões.

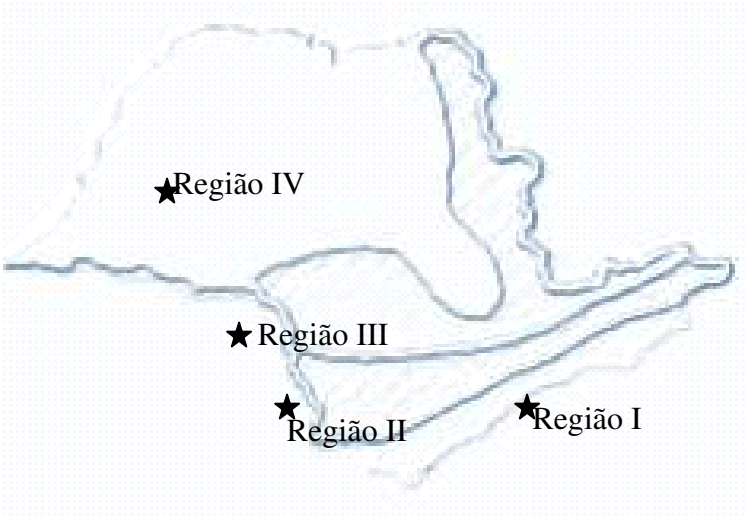


Figura 4.8 Regiões Solarimétricas do Estado de São Paulo
Fonte: CPFL, 1995.

O município de Campinas se localiza nas regiões III e IV, isto é, nas regiões que apresentam maior potencial solar do Estado de São Paulo.

Tabela 4.7 Dados das regiões solarimétricas do Estado de São Paulo

Regiões	Energia anual incidente (kWh/m^2. ano)	Insolação anual (horas)
I	1095	1900
II	1460	2200
III	1642	2400
IV	1825	2650

Fonte: CPFL, 1995.

Capítulo 5

Metodologia da pesquisa

A metodologia utilizada neste trabalho está dividida em duas etapas: a primeira etapa trata-se do plano amostral utilizado, com o objetivo de verificar a inserção de aquecedor solar no distrito de Barão Geraldo. A segunda etapa consiste em analisar o perfil do consumo de energia elétrica dos domicílios amostrados na primeira etapa, de acordo com a posse de aquecedor solar de água.

5.1 Metodologia aplicada na pesquisa: plano amostral utilizado

Este capítulo tem como objetivo explicitar a metodologia utilizada para a pesquisa da inserção de aquecedores solares no distrito de Barão Geraldo. Optou-se pela metodologia por amostragem aleatória estratificada, pois esta metodologia permite conhecer as características próprias de cada segmento da região estudada. Foi necessária a construção de um cadastro para a população, a realização de uma amostra piloto e, por fim, uma amostra final.

5.1.1 Amostra Aleatória Estratificada: elaboração do cadastro, divisão dos estratos e aplicação do plano amostral

O plano amostral foi elaborado para estimadores de proporções, considerando um procedimento de amostragem por estratos, em dois estágios. O primeiro estágio consiste em

uma amostra piloto, onde foi admitido um erro amostral máximo de 10%. O segundo estágio consiste em uma amostra final, onde foi admitido um erro amostral máximo de 5%. Nos dois estágios a porcentagem do erro amostral foi dentro de um intervalo de confiança de 95%.

5.1.1.1 Elaboração do cadastro

Para que a amostragem aleatória estratificada pudesse ser realizada, seria necessária a existência de um cadastro, abrangendo a população total da região do estudo. Inicialmente tentou-se obter este cadastro na Sub-Prefeitura do distrito de Barão Geraldo e no NEPO - Núcleo de Estudos da População/Unicamp, porém sem sucesso.

É importante ressaltar que na busca por este cadastro percebeu-se algumas divergências na delimitação do espaço geográfico do distrito de Barão Geraldo, tais como fronteira territorial e inclusão ou exclusão de determinados bairros. Logo, a maior dificuldade inicialmente encontrada foi delimitar o distrito de Barão Geraldo, devido às divergências mencionadas.

A Sub-Prefeitura do distrito de Barão Geraldo alegou a inexistência de dados sobre o cadastro de bairros e domicílios do distrito de Barão Geraldo, porém argumentou que tais dados seriam encontrados na prefeitura municipal de Campinas. Em visita realizada à Prefeitura do Município de Campinas, a equipe da Secretaria de Planejamento – SEPLAN informou que a prefeitura delimita o distrito de Barão Geraldo por lotes, porém não souberam informar a quantidade.

Recorreu-se, então, ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, que trabalha com setores censitários, dividindo o Distrito de Barão Geraldo em 58 setores censitários, mostrado na área sombreada da Figura 5.1. No entanto, tais setores nem sempre coincidem com a divisão do loteamento e bairros especificados pela prefeitura, o que dificultaria a realização do trabalho.

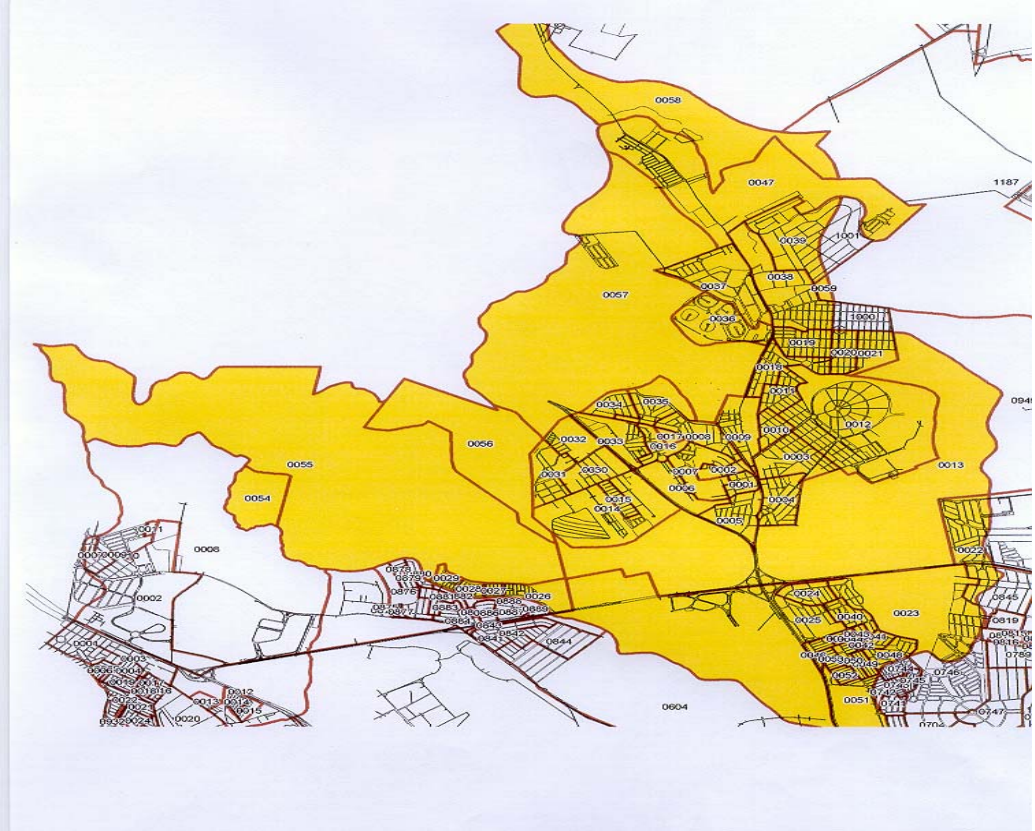


Figura 5.1 Delimitação do distrito de Barão Geraldo pelo IBGE

Procurou-se, então, a agência da empresa Correios do Brasil (denominada no restante do texto simplesmente como Correios) do distrito de Barão Geraldo, onde se obteve a listagem dos logradouros divididos por Código de Endereçamento Postal – CEP[17]. Devido às dificuldades encontradas, optou-se, então, pela elaboração de um cadastro próprio para este trabalho.

Recorreu-se, a seguir, à Lista Telefônica Barão Geraldo 8ª Edição (2003) e com a ajuda dos logradouros obtidos nos Correios[18] foi realizada uma contagem da quantidade de domicílios por logradouro, totalizando 10.471 unidades. Excluindo os estabelecimentos

[17] O Código de Endereçamento Postal do distrito de Barão Geraldo varia de 13.082 à 13.085.
[18] O correio afirma a possibilidade de cada logradouro possuir até 10 diferentes nomes, razão pela qual quando se compara diversos cadastros de logradouros, divergências podem ocorrer.

comerciais[19] que faziam parte destes logradouros, totalizou-se 9.361 domicílios distribuídos em 31 bairros (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 Divisão dos Bairros do distrito de Barão Geraldo

Bairros	Número de domicílios
Barão Geraldo	1361
Bosque de Barão Geraldo	211
Chácara Belvedere	67
Chácara de Recreio Barão	22
Chácara Hollandia	74
Chácara Leandro	38
Chácara Santa Margarida	343
Chácara Vale das Garças	130
Cidade Universitária	2975
Jardim Alto da Cidade Universitária	196
Jardim América	282
Jardim Aruã	17
Jardim do Sol	249
Jardim Independência	326
Jardim José Martins	31
Jardim Novo Barão Geraldo	44
Jardim Novo Real Parque	64
Jardim Santa Genebra	639
Jardim São Gonçalo	356
Jardim São José	54
Parque CEASA	104
Real Parque	323
Residencial Barão do Café	201
Residencial Burato	116
Residencial Parque Rio das Pedras	139
Residencial Terra Nova	92
Solar Campinas	15
Vila Modesto Fernandes	36
Vila Santa Isabel	393
Vila São João	77
Village Campinas	386
TOTAL	**9361**

[19]Alguns estabelecimentos comerciais possuem o telefone no nome da pessoa física, não sendo possível a identificação dos mesmos através da lista telefônica.

5.1.1.2 Embasamento Teórico

5.1.1.2.1 Cálculo do Tamanho da Amostra

O cálculo do tamanho da amostra é realizado supondo-se que a distribuição do estimador seja normal e que se conheça a variância do mesmo na população. Torna-se necessário assumir uma margem de erro de estimação, e quanto menor a margem de erro, maior é o tamanho da amostra. A margem de erro representa o erro resultante em coletar uma amostra ao invés de examinar toda a população.

O significado prático dessa margem de erro é que o valor final do estimador pode sobre ou subestimar o valor real dentro do erro desejado. Desta forma, supôs-se uma margem de erro máxima de 5% para o estimador de proporção. Na prática, isso significa dizer que o estimador final da proporção é verdadeiro para valores compreendidos 5% a mais ou a menos do valor final obtido (COCHRAN,1977). A fórmula (1) para o cálculo do tamanho da amostra é:

$$n_0 = \frac{1{,}96^2 P(1-P)}{erro^2} \text{ , (1)}$$

onde: P = proporção estimada da população (assumindo neste estudo o valor de 0,5)

P(1-P) = variância estimada da população

erro = 0,05

O valor 1,96 é obtido devido à suposição de que o estimador para a proporção venha de uma distribuição normal e que os valores obtidos para esse estimador estejam no intervalo da margem de erro em 95% das vezes que for feita à amostra, Figura 5.2 (COCHRAN, 1977).

Esta é uma primeira aproximação. Se $\frac{n_0}{N}$, for desprezível (na prática, menor que 0,01), n_0 é uma aproximação satisfatória para o tamanho da amostra, caso contrário, o tamanho da amostra pode ser obtido pela fórmula (2):

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad (2)$$

onde: N = total populacional, ou seja, no caso do estudo o total de domicílios no distrito de Barão Geraldo.

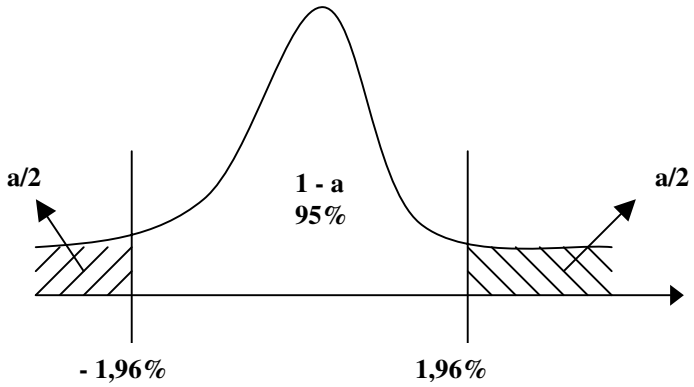


Figura 5.2 Intervalo de confiança para proporção populacional
Fonte: COCHRAN, 1977.

Como para este estudo não havia nenhuma informação, *a priori*, com relação à variação e à proporção de domicílios com aquecedor solar na população, teve-se que fazer uma amostra piloto, para se ter uma idéia da proporção e da sua variação.

5.1.1.2.2 Importância da Amostra Piloto

A amostra piloto é importante para o cálculo da amostra porque é justamente com a amostra piloto que se obtém estimativas preliminares, do estimador em questão, ou seja a proporção.

Na amostra piloto pode-se considerar um erro maior que na amostra final e o estimador da variância como sendo o máximo, que no caso da proporção é (1/4), considerando a proporção igual à (1/2), que é o valor máximo que pode ser obtido. Se a amostra piloto for bem realizada, os resultados nela obtidos podem ser utilizados na amostra final. Para que os resultados obtidos na amostra piloto sejam utilizados na amostra

final é necessária a obtenção de no mínimo 75% de respostas dos questionários aplicados, que foi o caso desse trabalho.

5.1.1.2.3 Amostragem estratificada

Na amostragem estratificada de uma população *N*, divide-se essa população em estratos N_1, N_2,...., N_n, sendo estes mutuamente exclusivos, ou seja, se um indivíduo pertence a um estrato ele não pode pertencer a outro. Os estratos devem ser de preferência mais homogêneos possível, para ter melhor precisão nos resultados.

No caso deste estudo, cada estrato foi compreendido por um conjunto de bairros, sendo a unidade amostral, que é a unidade em estudo no trabalho, o domicílio, que foi sorteado aleatoriamente.

Se uma amostra aleatória é retirada de cada estrato, o procedimento é conhecido como amostragem aleatória estratificada. Desta forma, é utilizada a técnica de amostragem aleatória simples em cada estrato. A técnica de amostragem aleatória simples é uma amostra probabilística obtida sorteando-se aleatoriamente as unidades experimentais de cada estrato, sendo que cada unidade amostral tem a mesma chance de ser sorteada. Estratificação é uma técnica muito utilizada, principalmente por ser mais precisa.

5.1.1.2.4 Tamanho Amostral por Estrato

O tamanho da amostra de cada estrato (n_h) é obtido ponderando o tamanho da amostra (n) pela proporção do tamanho de cada estrato (N_h) com o total populacional (N). Desta forma, tem-se:

$$n_h = \frac{N_h}{N} n$$

5.1.1.2.5 Amostragem Estratificada para Proporções

Neste estudo, o interesse é avaliar a proporção de domicílios que possuem aquecedor solar. Assim, o cálculo dos estimadores deve ser feito utilizando as seguintes fórmulas:

$p_h = \frac{\text{total de domicílios da amostra}}{\text{total de domicílios amostrados no estrato h}}$; assim p_h é a proporção para cada estrato ''h''.

A proporção populacional é:

$p_{est} = \sum \frac{N_h p_h}{N}$; e $\frac{N_h}{N}$ é a proporção do estrato na população, ou seja, N_h é o total de domicílios no estrato h e N é o total de domicílios na população.

5.1.1.3 Divisão dos Estratos

Quando se trabalha com amostragem estratificada, há necessidade de se separar a população em estratos (grupos). A partir da elaboração do cadastro, o distrito de Barão Geraldo foi separado em 12 estratos. Estes estratos mostrados na Tabela 5.2 foram divididos por bairros e agrupados por proximidade. O critério de proximidade foi escolhido segundo o CEP dos Correios, alocando-se no mesmo estrato os bairros com CEP's próximos[20].

Tabela 5.2 Divisão dos estratos

Estrato	Bairros	Tamanho do estrato
1	Parque CEASA, Residencial Terra Nova, Jd São Gonçalo, Chácara de Recreio Barão	547
2	Bosque de Barão Geraldo	238
3	Real Parque, Jardim Novo Real Parque	387
4	Cidade Universitária, Jardim Alto da Cidade Universitária, Estrada da Rhodia	3171
5	Residencial Barão do Café, Residencial Parque Rio das Pedras	340
6	Jardim do Sol, Jardim Aruã	266
7	Chácara Belvedere, Chácara Hollandia, Chácara Santa Margarida, Chácara Vale das Garças, Chácara Leandro	652
8	Solar Campinas, Village Campinas	401

[20] Algumas falhas podem ser geradas, como bairros que possuem condomínios de mais alto nível destoando do restante do mesmo.

9	Barão Geraldo, Vila Modesto Fernandes	1513
10	Jardim América, Jardim Independência, Vila São João, Vila São José	739
11	Vila Santa Isabel, Jardim Novo Barão Geraldo, Jardim José Martins	468
12	Jardim Santa Genebra	639

Respeitando a proporção em cada estrato, as amostras foram sorteadas aleatória e proporcionalmente ao tamanho de cada um dos bairros pertencentes aos estratos (número de domicílios por bairro), seguindo um procedimento de amostragem aleatória com reposição[21].

5.1.1.4 Amostra Piloto

Conforme mencionado, o plano amostral foi segmentado em dois estágios. O primeiro estágio, chamado de amostra piloto foi realizado para se obter o conhecimento prévio da proporção de domicílios com aquecedor solar. Foi gerada uma amostra inicial com 100 domicílios, utilizando uma proporção máxima (1/2)[22], com erro máximo de 10%, dentro de um intervalo de confiança de 95%.

O tamanho de cada amostra dentro de cada estrato foi determinado pelo tamanho do estrato, conforme Tabela 5.3. Destes 100 domicílios sorteados aleatoriamente, obteve-se respostas de 79 domicílios. Através dos resultados desta amostra foi possível calcular a amostra final dentro de cada estrato.

Tabela 5.3 Amostra Piloto

Estratos	Tamanho Amostral
1	5
2	3
3	4
4	34
5	5
6	3
7	7

[21] A reposição, através de novos sorteios, é feita na ocorrência de números de telefone inexistentes, telefones fora de serviço, telefones mudos, domicílios onde ninguém atende (insistência de dias e horários diferentes) ou quando o proprietário do domicílio se nega a colaborar com a pesquisa.

[22] Esta proporção máxima foi utilizada, pois não se tinha nenhum trabalho semelhante a este para ser utilizado como base. A proporção máxima assegura a confiança dos resultados.

8	4
9	15
10	8
11	5
12	7

5.1.1.5 Amostra Final

No segundo estágio do plano amostral, que compreende a amostra final, utilizou-se os resultados obtidos na amostra piloto segundo todos os princípios de aleatorização. O tamanho da amostra final ficou em 389 domicílios (Tabela 5.4), dos quais precisou-se sortear apenas 310 domicílios, considerando a amostra já realizada em 79 domicílios através da amostra piloto.

Tabela 5.4 Amostra final

Estratos	Tamanho Amostral
1	22
2	10
3	19
4	129
5	14
6	11
7	28
8	16
9	62
10	30
11	19
12	29

5.1.1.6 Sorteio dos Domicílios

Com o cadastro final elaborado foi possível tornar aleatório os logradouros. Desta forma as Tabelas 5.3 e 5.4 foram divididas de acordo com os estratos e, dentro de cada estrato, a ordem dos logradouros foi aleatorizada.

Para o sorteio dos domicílios, formando o tamanho das amostras piloto e final foram selecionados números aleatórios inteiros entre o primeiro domicílio do estrato e o tamanho total do estrato, para cada um dos 12 estratos. A partir da soma acumulada do número de domicílios por logradouro, desde o início do estrato, foi sorteado um número e determinado o seu logradouro. Dentro deste logradouro, selecionou-se novo número aleatório entre um e o número total de domicílios no mesmo, correspondendo ao domicílio sorteado.

Para exemplificar tal seleção, suponha-se que a Tabela 5.5 reflita parte de um estrato com 300 domicílios, e que o número 180 tenha sido sorteado. O domicílio sorteado se localiza na Rua Nair Pimenta da Silva, sendo selecionado o sétimo domicílio desse logradouro. Assim, sucessivamente, para todos os sorteios aleatórios realizados.

Tabela 5.5 Exemplo do sorteio de domicílios

Logradouro	Bairro	Nº de domicílios no logradouro	Total de domicílios acumulado
Rua Antônio Gouveia	Jardim São Gonçalo	15	166
Rua Seis	Residencial Terra Nova	5	171
Rua 8	Residencial Terra Nova	2	173
Rua Nair Pimenta da Silva	Residencial Terra Nova	64	237
Rua Henrique Nazaré Martins	Jardim São Gonçalo	20	257
Rua Itália Burato	Parque CEASA	3	260

5.1.2 Elaboração e aplicação dos questionários utilizados na pesquisa

A pesquisa realizada neste trabalho teve por finalidade apurar a inserção dos aquecedores solares no setor residencial do distrito de Barão Geraldo. De acordo com a metodologia utilizada por Salcedo (1996), para se conhecer as características do mercado de aquecimento solar de água de uma determinada região, é necessário elaborar e aplicar questionários para os fabricantes, revendedores autorizados e consumidores de aquecedor solar de água residencial desta região.

Seguindo esta metodologia, foram elaborados três questionários distintos buscando obter informações em cada um dos segmentos citados. Procurou-se elaborar questionários

com objetividade, acreditando que, desta forma, a colaboração por parte dos que o responderiam seria satisfatória e positiva.

A listagem dos revendedores de aquecedores solares que atuam em Campinas foi elaborada através da lista telefônica de Campinas/SP ano 2003 e, também, através da busca de páginas eletrônicas. Desta forma, havia um primeiro contato por telefone[23] com estes, onde a pesquisadora se identificava, explicava sobre o escopo e objetivos da pesquisa, e por fim, enviava o questionário da pesquisa, juntamente com uma carta de apresentação (Figura 5.3), por e-mail ou fax, que posteriormente seria devolvido devidamente preenchido. O contato com os fabricantes obedeceu procedimento similar.

Cidade Universitária, __ de Agosto de 2003.

Prezado, Bom dia!

Meu nome é Fabiana Varella (RA:019755), sou aluna da pós-graduação do curso de Planejamento Energético, área interdisciplinar da Engenharia Mecânica da UNICAMP. Estou realizando uma pesquisa para meu trabalho de dissertação, cujo objetivo é analisar a inserção da tecnologia solar (aquecedor solar), no Distrito de Barão Geraldo, Município de Campinas/SP.

As informações que serão fornecidas nos questionários em anexo serão absolutamente confidenciais e utilizadas somente para fins da realização do trabalho mencionado. Peço gentilmente a sua colaboração, pois desta forma, os resultados apresentados em meu trabalho serão confiáveis.

Qualquer dúvida ou confirmação deste trabalho, favor ligar para os telefones:

(19) 3788-3285 (salas dos alunos da pós-graduação/DE/FEM/UNICAMP)
(19) 3788-3262 (secretaria de Energia/DE/FEM/UNICAMP)
(19) 9119-5422 (cel)

Agradeço pela atenção.
Um abraço,
Fabiana Varella
Mestranda no Planejamento Energético/DE/FEM/UNICAMP

Figura 5.3 Carta de Apresentação

A aplicabilidade dos questionários foi realizada na seguinte seqüência: primeiro aplicou-se o questionário aos revendedores município de Campinas apresentado na Figura 5.4, objetivando conhecer melhor a participação da empresa no mercado de aquecedores solares, a aceitação do consumidor e, também, identificar com quais fabricantes trabalham. Obtidas as informações quanto ao fabricante, aplicava-se o questionário aos fabricantes,

[23] A conversa era estabelecida de forma a deixar o revendedor e fabricante à vontade, enviando junto ao questionário uma carta de apresentação (anexo), com dados da pesquisadora e disponibilizando número de telefone da instituição, podendo, os mesmos, verificarem a veracidade da pesquisa.

mostrado na Figura 5.5. Na seqüência, aplicou-se o questionário direcionado aos consumidores, mostrado na Figura 5.6.

LEVANTAMENTO DA INSERÇÃO DE COLETORES SOLARES EM CAMPINAS – BG

Questionário – Revendedor Autorizado

Nome ou razão social da empresa: _____ Data: _____
Quanto tempo a empresa trabalha com "coletores solares"? _____
Qual o bairro da empresa? _____

As informações fornecidas neste questionário serão absolutamente confidenciais e utilizadas somente para fins de investigação da inserção de sistemas de aquecimento solar de água em BG, Campinas/SP. Peço gentilmente a sua colaboração, pois suas informações serão muito importantes para meu trabalho. Muito Obrigada!

1. Com qual (quais) fabricante (s) trabalha? _____ _____
2. Qual é a porcentagem de seu faturamento mensal que provém da renda de coletores solares? _____
3. Como é feita a compra? ( )direto com a fábrica ( ) intermédio de distribuidor em Campinas ( ) ambos
4. A empresa possui estoque? ( ) sim ( ) não → **Se responder <u>não</u>, vá para a pergunta 6**.
5. Quantos coletores solares em média (de cada modelo), ficam no estoque? _____
6. Quantas placas têm o aquecedor solar mais vendido? 2 3 4 5 6 7 8 placas
7. Qual o tamanho da placa mais vendida? _____ (mxm) ou _____ m^2
8. Qual o preço médio dos sistemas de aquecimento de água, para uma família de 4 ou 5 pessoas?
a – gás R$ _____
b –elétrico R$ _____
c – solar R$ _____
9. Qual o custo da instalação do sistema de aquecimento solar de água? R$ _____
10. O cliente deixa de comprar o coletor solar por causa do preço: ( ) sim ( ) não
11. A válvula de proteção anti-congelamento encarece o coletor solar em quantos por cento? _____%
12. Qual sistema de aquecimento de água é normalmente procurado: ( ) gás ( ) elétrico ( ) solar
13. De quanto tempo é a garantia do coletor solar? Qual a vida útil? _____
14. Quais as principais reclamações dos compradores do sistema de aquecimento solar de água?
(assinalar mais de uma, se for o caso)
( ) sistema não esquenta suficiente
( ) redução da eficiência do equipamento com o passar dos anos
( ) não existe reclamação
( ) outros (especificar): _____
15. Onde o equipamento solar é instalado: ( ) residências "em fase de construção" ( ) residências já construdas
16. O que leva o cliente a procurar o coletor solar?
( ) economia de energia
( ) status
( ) consciência ambiental
( ) outros (especificar): _____
17. Como é realizado o dimensionamento do "coletor solar" vendido?
( ) existe um profissional na empresa ( ) através de algum programa ou fórmula ( ) outros (especificar):

Figura 5.4 Questionário Revendedor Autorizado

LEVANTAMENTO DA INSERÇÃO DE COLETORES SOLARES EM CAMPINAS – BG

Questionário – Fabricante

Nome ou razão social da empresa: _____Data: _____
Quanto tempo a empresa trabalha com "coletores solares"? _____
Qual o endereço da empresa? _____

As informações fornecidas neste questionário serão absolutamente confidenciais e utilizadas somente para fins de investigação da inserção de sistemas de aquecimento solar de água em BG, Campinas/SP. Peço gentilmente a sua colaboração, pois suas informações serão muito importantes para meu trabalho. Muito Obrigada!

1. Qual região do país compra mais coletor solar? ( ) sul ( ) sudeste
2. Qual é a capacidade instalada da fábrica por ano? _____ placas/ano ou _____m^2/ano
3. Qual é a quantidade de coletores solares vendidos para:
a) Campinas: _____ placas/ano
b) Barão Geraldo: _____ placas/ano
4. Qual é a política da empresa:
( ) vende direto para o revendedor autorizado
( ) existe intermédio de distribuidor
( ) ambas
5. Qual o item que mais encarece o produto? ( ) placa coletora ( ) reservatório ( ) acessórios
6. Qual é a estimativa dos custos percentuais de produção de um sistema de aquecimento solar de água (coletor + reservatório):
   a) matéria prima _____%
   b) mão de obra _____%
   c) energia elétrica _____%
   d) impostos ____%
7. Qual a perspectiva da empresa em ampliar a capacidade instalada da fábrica?_____ anos
8. Existe algum subsídio por parte:
( ) do Estado
( ) do Município
( ) outros (especificar): _____
9. Há isenção de impostos (IPI, ICMS...), visando redução do preço final do coletor solar?
( ) sim ( ) não
10. Qual a eficiência média dos coletores fabricados pela empresa? _____%
11. A empresa segue NORMA(s) para fabricação dos coletores solares? ( ) sim ( ) não .

Se responder sim, favor especificar:_____

Figura 5.5 Questionário Fabricante

LEVANTAMENTO DA INSERÇÃO DE COLETORES SOLARES EM CAMPINAS – BG

Questionário – Consumidor (Amostra Piloto e Amostra Final)

Entrevistado (a): _____Data: _____
Endereço: _____ Fone: _____
Bairro: _____

( ) possui coletor solar

1. Quantas pessoas residem permanentemente nesta casa ou apto? _____
2. Qual a data de aquisição do coletor solar? (mês e ano) _____
3. Qual a quantidade de placas ou área adquirida? _____ placas ou _____ m^2
4. Quanto custou (em média) o coletor solar? R$ _____
5. Qual (is) motivo (s) levou esta família a obter o coletor solar?
( ) economia de energia
( ) conscientização ambiental
( ) conforto nos banhos
( ) outros
6. O aparelho atendeu satisfatoriamente as necessidades da família?
( ) sim ( ) não . Se não, Qual motivo? _____
7. Pode avaliar a economia gerada na conta de energia elétrica mensal?
( ) sim ( ) não. Se sim, quanto? _____%
8. Quantos chuveiros elétricos têm na residência? (em uso e não em uso) _____ unidades
9. Há uso do chuveiro elétrico paralelamente ao uso do coletor solar? ( )sim ( ) não
Se sim, justificar: _____
10. Sabe dizer, qual a potência destes chuveiros? ( ) sim ( ) não. Se sim, especificar:_____

( ) não possui coletor solar

1. Quantas pessoas residem permanentemente nesta casa ou apto? _____
2. Por que não possui este equipamento?
( ) equipamento caro
( ) falta de informação a respeito do equipamento solar
( ) não possui interesse em adquirir
( ) outros. Especificar: _____
3. Quantos chuveiros elétricos têm na residência? _____ unidades
4. Sabe dizer, qual a potência destes chuveiros?
( ) sim ( ) não. Se sim, especificar:_____

Figura 5.6 Questionário Consumidor

Os questionários aplicados aos revendedores e fabricantes não se diferenciaram muito, todavia devido ao fato de que os revendedores têm maior proximidade ao consumidor, algumas questões se ativeram à participação dos consumidores no mercado de aquecedores solares.

Á medida que os questionários iam sendo efetuados, notava-se a necessidade de aperfeiçoá-los. O seu aprimoramento foi bastante significativo para a aplicação aos consumidores residenciais.

Analisando a hipótese de que os aquecedores solares estão instalados em vários bairros e localidades do distrito de Barão Geraldo e considerando que os domicílios que não possuem linha telefônica, provavelmente não possuem aquecedor solar, a pesquisa foi realizada por telefone. A opção de realizar a pesquisa por telefone foi devido às prováveis dificuldades de acesso aos domicílios amostrados.

Os domicílios que seriam pesquisados já tinham sido selecionados aleatoriamente, conforme detalhes já mencionados no sub-item 5.1.1.5, através de sorteio. Com a lista dos domicílios sorteados, previamente elaborada, a pesquisadora telefonava para estes domicílios procurando preferencialmente entrevistar o (a) dono (dona) da casa, não sendo possível, recorria-se a algum adulto, de preferência parente ou os próprios filhos. A pergunta chave inicial da pesquisa era se o consumidor possuía ou não o aquecedor solar em seu domicílio. Dependendo desta resposta, outras perguntas eram feitas, buscando obter mais informações do consumidor.

A entrevista realizada por telefone, com os consumidores residenciais, era conduzida com habilidade, levando o entrevistado a sentir-se à vontade. O horário de aplicação da pesquisa e a entrevista seguiram desta forma:

- horário da pesquisa, entre 19 e 21 horas (provável horário de encontrar o entrevistado em casa);
- a pesquisadora se identificava e explicava o motivo da pesquisa;

- a conversa era conduzida com simplicidade e demonstração de interesse pelos problemas do entrevistado, criando um clima agradável e harmonioso, melhorando a comunicação;
- a seqüência do questionário, era conduzida de forma a deixar a conversa mais informal possível;
- quando o entrevistado mostrava dificuldades para entender sobre o que se tratava a pesquisa, tentava-se explicar com mais detalhes ou através de outras perguntas levando-o a responder a questão;
- quando o entrevistado se negava, inicialmente, a colaborar com a pesquisa, explicava-se novamente sobre o que se tratava, passando o telefone institucional e deixando-o sentir-se a vontade para confirmar tal pesquisa, e posteriormente retornar o telefonema.

Durante a pesquisa algumas dificuldades ocorreram:

- entrevistados que se negaram a colaborar com a pesquisa alegando falta de segurança em passar as informações solicitadas;
- estrangeiros que moravam no domicílio e não entendiam sobre o que se tratava a pesquisa;
- entrevistados que acreditavam tratar-se de venda do equipamento da pesquisa;
- falta de informação e conhecimento do aquecedor solar[24].

5.1.3 Resultados dos Questionários Aplicados na Pesquisa

5.1.3.1 Revendedor

Através da lista telefônica de Campinas/SP (2003) e pesquisa realizada em página eletrônica, contabilizou-se 21 empresas revendedoras de aquecedores solares em Campinas. Deste total, obteve-se respostas de apenas 8 empresas, isto é, apenas 37% deste total, como

[24] Notou-se que os consumidores entrevistados, só conhecem o sistema de aquecimento de água por aquecedor solar. Se perguntasse se a pessoa possui "coletor solar" em seu domicílio, algumas não entendiam sobre o que se tratava.

mostra a Figura 5.7. Observou-se desinteresse por parte de algumas empresas revendedoras, em colaborar com a pesquisa.

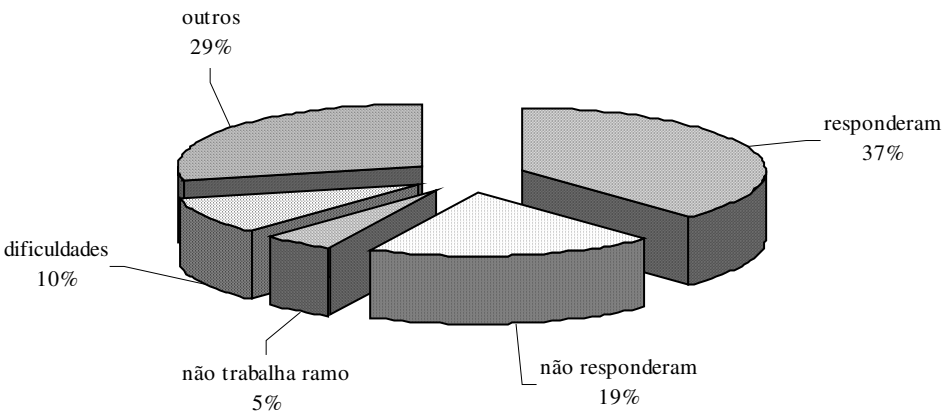


Figura 5.7 Empresas revendedoras de aquecedor solar no DBG

Das 21 empresas contabilizadas (Tabela 5.6), verificou-se que 5% não trabalham mais no ramo de aquecimento solar de água; 10% tinha mudado de número de telefone ou ninguém atendia; 29% alegavam desculpas para não responderem ao questionário, tais como o computador está com problema, o fax quebrou, a pessoa que responde pela empresa não se encontra, ficando de responder sempre na semana seguinte, etc. Outras empresas revendedoras, equivalentes a 19% deste mercado, se prontificaram em responder ao questionário, porém não o fizeram.

Tabela 5.6 Empresas Revendedoras em Campinas/SP

Empresas Revendedoras	
SOS Aquecedores	COLSOL
UNITEC	NORGANTI
PORTSOL	UNIGÁS
Casa dos Aquecedores	Casa Quente & Rinal
MAXISOL	ACMA Industrial
AL SOL SOLAR	A ATUAL
Aquecer	Prodesign Traduções Técnicas
BOM SOL	Reclub Piscinas
SOLARCAMP	IMPERASSOL
Palácio dos Aquecedores	INBAL
ACSOL	-

Total = 21 empresas revendedoras pesquisadas

Fonte: LISTEL e página eletrônica, 2003

De acordo com as respostas dos questionários aplicados aos revendedores autorizados, o tempo de trabalho das empresas revendedoras no ramo de aquecimento solar varia de 7 a 26 anos. A porcentagem de faturamento mensal proveniente da venda de aquecedores solares variou de 10 e 70%. Os aquecedores solares, em 50% destas empresas, são comprados diretamente com o fabricante e 50% das empresas pesquisadas não possuem estoque. Aproximadamente 56% afirmaram que o aquecedor solar mais vendido contêm cinco placas coletoras.

O tamanho da placa mais vendida, segundo estas empresas, varia de 1,3 a 1,45 metros quadrados. O preço dos sistemas de aquecimento solar de água para uma família de 4 ou 5 pessoas varia de R$ 2.200,00 (US$ 739,00) a R$ 2.700,00[25] (US$ 906,00). O custo da instalação varia de R$250,00 a R$400,00 com preço médio de R$300,00. De acordo com as empresas revendedoras, alguns clientes deixam de comprar o aquecedor solar devido ao preço. A garantia do aquecedor solar varia de 3 a 10 anos e a vida útil varia de 15 a 20 anos.

Os aquecedores solares são procurados tanto por pessoas que possuem residências em fase de construção como já construídas. Segundo os revendedores o motivo que leva o consumidor a adquirir o sistema de aquecimento solar é por economia de energia.

5.1.3.2 Fabricante

A primeira pergunta do questionário aplicado aos revendedores é com qual (is) fabricante (s) de aquecedores solares trabalham. Respondida esta pergunta, imediatamente, aplicava-se o questionário específico aos fabricantes. O total de fabricantes segundo os revendedores pesquisados é de 9 fabricantes, sendo estes PORTSOL, CUMULUS,

[25] A pesquisa foi realizada nos meses de agosto e setembro de 2003. Cotação do dólar em setembro de 2003: US$2,98.

SOLETROL, HELIOTEK, COLSOL, A ATUAL, SOLARCAMP, TRANSEN e INBAL. Dos nove fabricantes pesquisados, apenas dois não responderam ao questionário.

Dos sete fabricantes que responderam ao questionário, aproximadamente, 45% destes estão no mercado de aquecimento solar de água, há mais de 20 anos. Os fabricantes informaram que a região sudeste é a que mais adquire seus equipamentos, e a capacidade instalada segundo os mesmos variou de 15.000 a 250.000 metros quadrados de coletores solares por ano. Somente dois, dos sete fabricantes, responderam quantos coletores solares são vendidos ao ano no Distrito de Barão Geraldo, sendo 100 e 380 placas por ano. A partir dos valores informados, a eficiência média dos coletores solares fabricados por estas empresas foi de 57,5%.

A maior parte, 57,%, destes fabricantes tem como política da empresa venderam os aquecedores solares diretamente para o revendedor autorizado ou para um distribuidor. Estes fabricantes alegaram que o item que mais encarece o sistema de aquecimento solar de água é o reservatório térmico. Porém, quando se procura desenvolver sistemas não convencionais de baixo custo, para obtenção de água através da energia solar, a maior preocupação sempre está voltada à placa coletora. Com relação às estimativas dos custos percentuais de produção de um sistema de aquecedor solar, os fabricantes consideraram que a matéria prima responde por 57%, destes custos, como mostra a Figura 5.8.

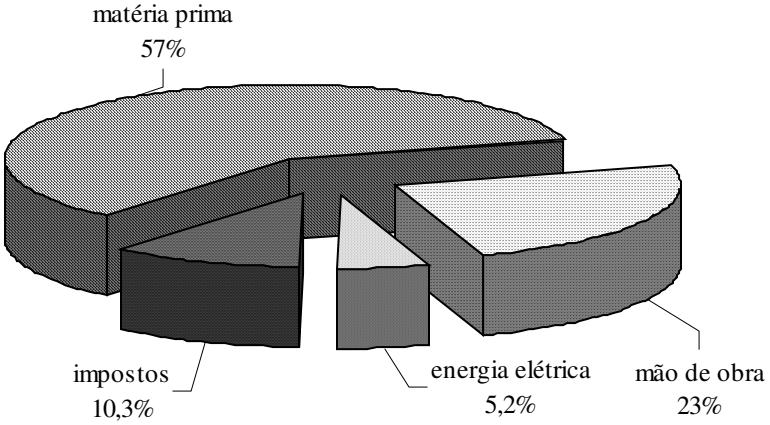


Figura 5.8 Estimativa dos custos de produção de aquecedores solares

Apenas dois fabricantes disseram receber subsídio por parte do Estado. Os demais, disseram não receber nenhum subsídio. Todos os fabricantes disseram que há isenção de impostos (IPI, ICMS,...), visando a redução do preço final do coletor solar. Observou-se que, quatro fabricantes seguem normas para fabricação dos coletores solares, e dos sete fabricantes que responderam ao questionário, seis fazem parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem[26].

5.1.3.2 Consumidor

O questionário aplicado aos consumidores teve como objetivo avaliar a inserção dos aquecedores solares nos domicílios do distrito de Barão Geraldo. Dos 389 domicílios amostrados, 74 possuem aquecimento solar de água, correspondendo a 19% da amostra final, como mostra a Figura 5.9. Dos domicílios que possuem aquecedor solar 72% estão localizados em bairros classe A, e os bairros Cidade Universitária, Residencial Barão do Café e Residencial Parque Rio das Pedras correspondem a 67% do total.

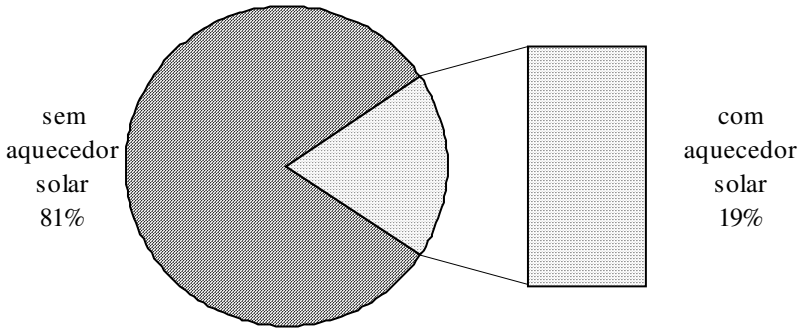


Figura 5.9 Inserção de aquecedores solares no DBG

Nos domicílios que não possuíam o aquecedor solar, observou-se que aproximadamente em 30% dos mesmos, o número de moradores é de quatro pessoas (Figura 5.10).

[26] Maiores informações sobre o PBE, no capítulo 2.

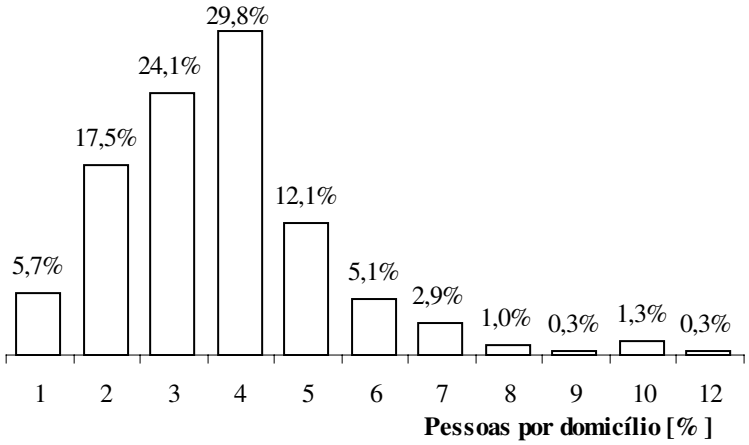


Figura 5.10 Quantidade de pessoas por domicílio sem aquecedor solar

Cerca de 91%[27] dos consumidores que não possuem aquecedor solar em seus domicílios, utilizam o chuveiro elétrico para aquecer água. Os resultados mostram que 40,1% dos consumidores têm em seus domicílios, pelo menos, um chuveiro elétrico, conforme Figura 5.11. Os consumidores que disseram possuir acima de dois chuveiros elétricos, normalmente não utilizam todos os chuveiros que existem na residência. Os domicílios da amostra que possuem 7, 9 ou 18 chuveiros elétricos, são pensionatos estudantis.

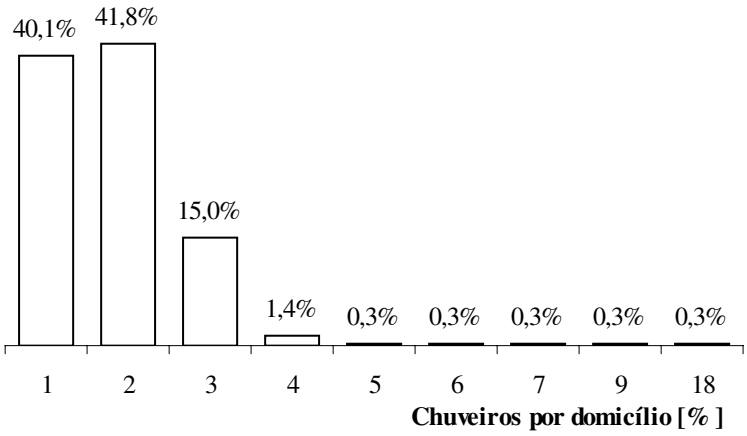


Figura 5.11 Quantidade de chuveiros por domicílio sem aquecedor solar

[27] Interessante ressaltar que quando perguntou-se aos consumidores qual a potência dos chuveiros utilizados por eles, do total amostrado, somente dois consumidores souberam responder.

Quase 30% dos consumidores amostrados, não possuem e alegam falta de informação ou pouca informação sobre aquecedor solar. Enquanto 25,5% e 21,3%, respectivamente, não possuem o aquecedor solar por falta de interesse e por causa do alto custo do equipamento, como mostra a Figura 5.12.

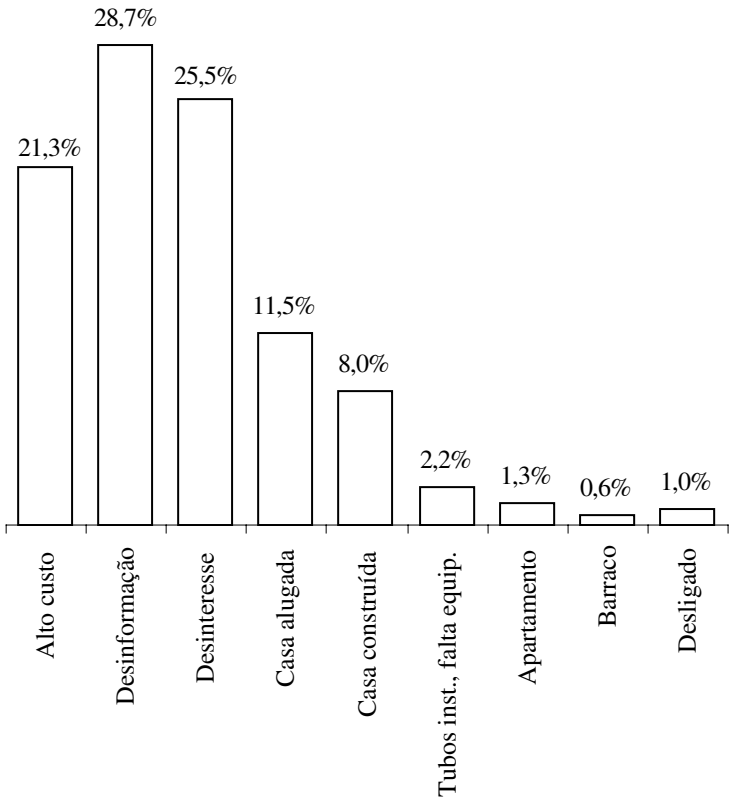


Figura 5.12 Motivos por não possuir aquecedor solar

Os 9% restantes que não utilizam o chuveiro elétrico para aquecer água em suas residências, utilizam aquecedor a gás, aquecedor elétrico ou não aquecem a água, distribuídos na Figura 5.13.

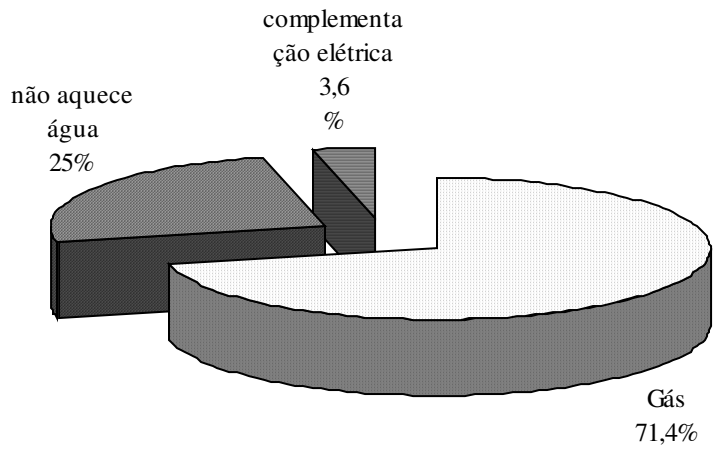


Figura 5.13 Participação dos equipamentos para aquecer água nos 9% que não utilizam chuveiro elétrico

Nas residências que possuem aquecedor solar, observou-se que em, aproximadamente, 45% dos domicílios residem 4 pessoas, enquanto em 23% dos domicílios residem permanentemente 5 pessoas (Figura 5.14).

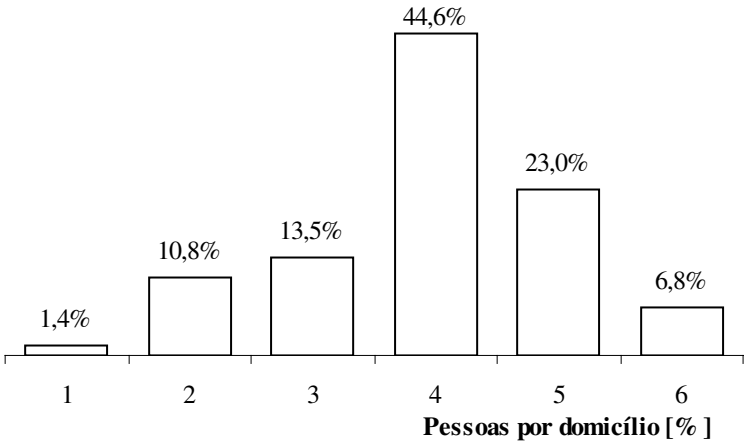


Figura 5.14 Quantidade de pessoas por domicílio com aquecedor solar

Através da pesquisa constatou-se que 20,3% dos consumidores possuem aquecedor solar em seus domicílios entre 1 e 2 anos ou entre 5 e 10 anos. Observa-se, também, que aproximadamente 21% destes domicílios obtiveram seus aquecedores na época da chamada "crise do apagão", ocorrido em 2001.

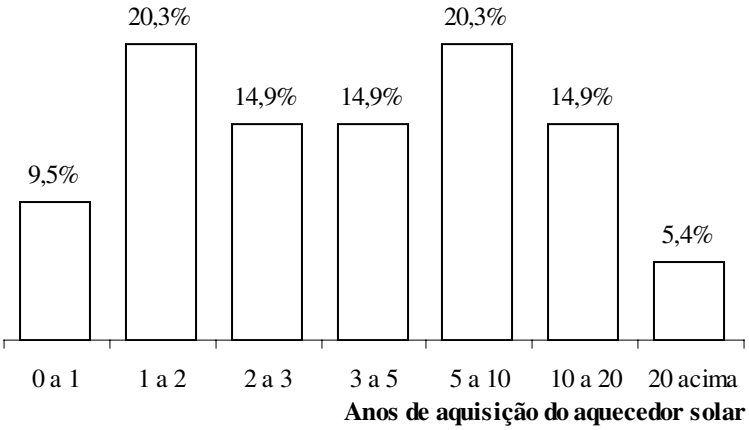


Figura 5.15 Tempo de aquisição do aquecedor solar

Dos domicílios amostrados, com aquecedor solar, 17,6%, 28,4%, e 17,6% apresentam 3, 4 e 5 placas respectivamente. Observou-se que nos domicílios que possuem 3, 4 e 5 placas coletoras, a média é de 3,6; 4,5 e 3,5 pessoas por domicílio (Figura 5.16).

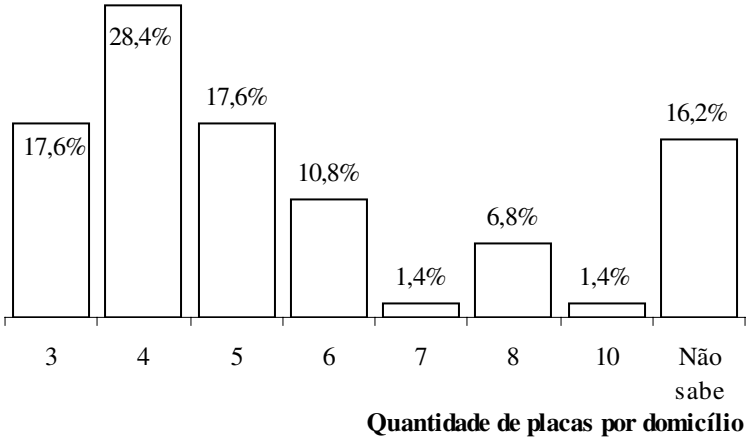


Figura 5.16 Quantidade de placas por domicílio amostrado

Apenas 9,5% dos consumidores que possuem aquecedor solar em seu domicílio souberam responder quanto custou o aquecedor. O preço de um aquecedor, com 4 placas coletoras, variou de R$1.800, 00 a R$3.000,00. Um dos consumidores amostrados possui aquecedor solar alternativo de concreto, que segundo o mesmo, custou R$1.000,00 (este sistema foi construído há 2 anos).

Os motivos que levaram estas famílias a obterem o aquecedor solar são os apresentados na Figura 5.17. Percebe-se que quase 90% dos domicílios adquiriram seus aquecedores solares visando a economia de energia elétrica. Da população amostrada, 94,6%, respondeu que o aparelho atendeu satisfatoriamente as necessidades da família, conforme mostra a Figura 5.18. Menos de 2% destes domicílios disseram não estar satisfeitos com o aquecedor solar e 4% estão satisfeitos parcialmente. Os motivos expostos pelos mesmos são água que não esquenta satisfatoriamente, coletor solar mal instalado no telhado, produção de água quente insuficiente para os moradores da residência.

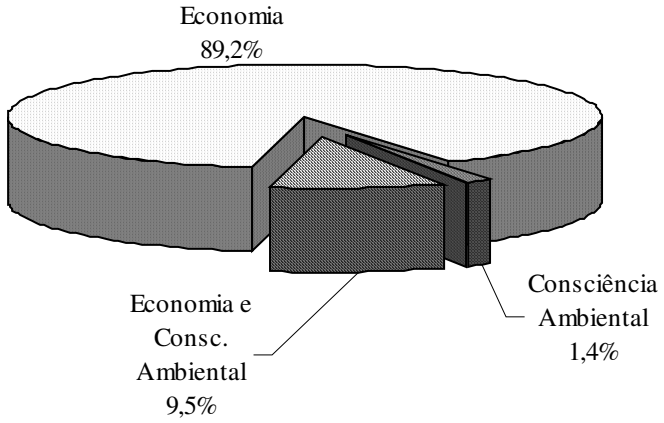


Figura 5.17 Motivos por adquirir aquecedor solar

Os motivos de insatisfação dos consumidores com seus aquecedores solares estão diretamente ligados a empresa que vendeu os equipamentos. Portanto, os motivos apontados pelos consumidores são devido à instalação e dimensionamento incorreto do equipamento.

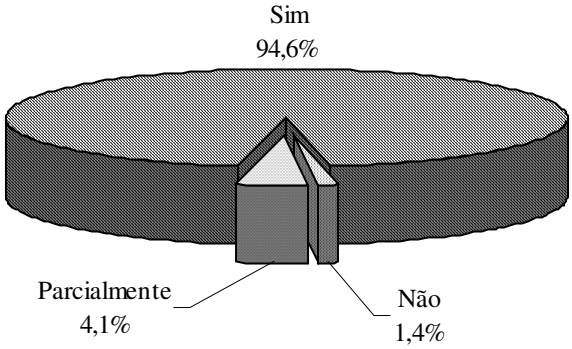


Figura 5.18 Satisfação com o uso do aquecedor solar

Mais de 50% dos consumidores responderam que avaliam economia de energia elétrica mensal, porém não souberam estimar o valor desta economia gerada (Figura 5.19). Enquanto isso, aproximadamente 20% dos consumidores amostrados, que possuem aquecedor solar, estimam economizar 30% na conta mensal de energia elétrica.

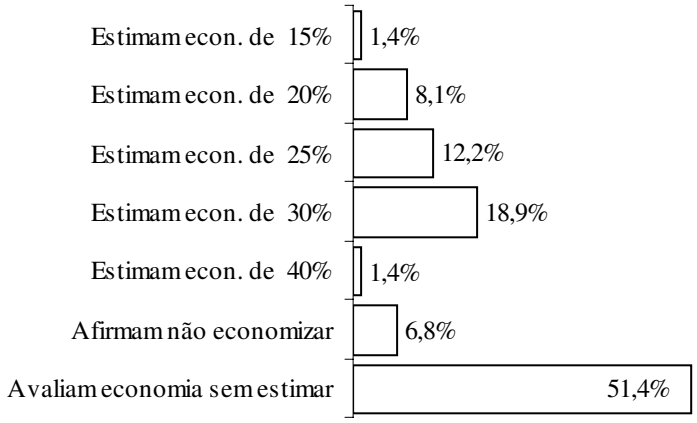


Figura 5.19 Estimativa da economia do consumo de energia elétrica

Das residências que possuem o aquecedor solar, 50% não têm o chuveiro elétrico e 18% dos domicílios possui ao menos, um chuveiro elétrico, como mostra a Figura 5.20.

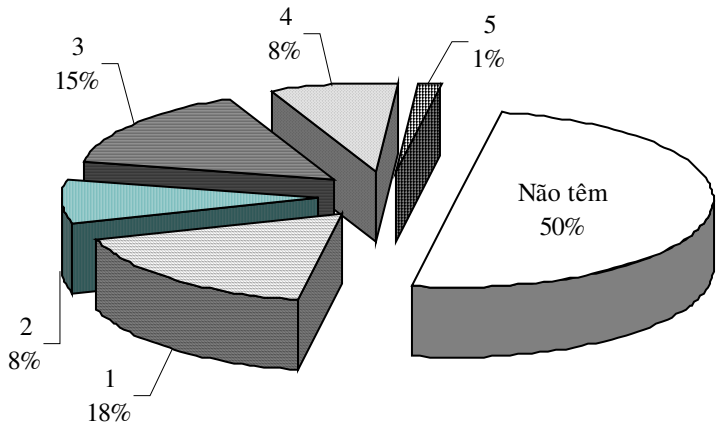


Figura 5.20 Quantidade de chuveiros elétricos nos domicílios com aquecedor solar

Mais de 50% das residências com aquecimento solar usam a resistência do *boiler* como complemento ao uso do aquecedor solar, em dias chuvosos ou quando há um consumo de água quente maior do que o habitual. Já em situações como estas apontadas, 46% dos consumidores usam o chuveiro elétrico paralelamente ao uso do aquecedor solar. Apenas 1% dos consumidores pesquisados, utilizam o aquecedor à gás em dias chuvosos ou quando o consumo de água quente é maior do que o habitual (Figura 5.21).

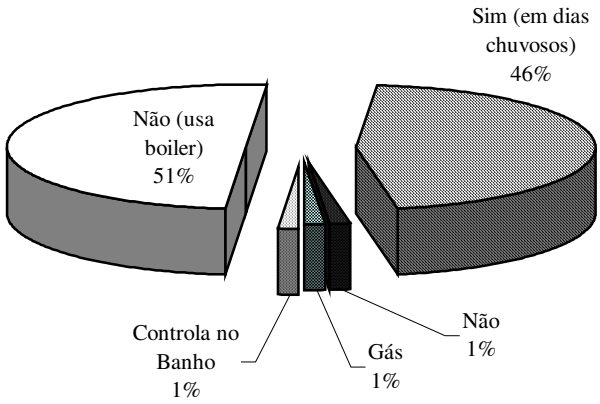


Figura 5.21 Uso paralelo de outros equipamentos ao aquecedor solar

De acordo com os resultados obtidos na amostra do estudo, as 74 residências que têm aquecedor solar, se encontram distribuídas nos estratos apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 Inserção de aquecedores solares nos bairros do DBG

Estrato	Bairros	Quant. Aquec.Solar
1	Parque CEASA, Residencial Terra Nova, Jd São Gonçalo, Chácara de Recreio Barão	0
2	Bosque de Barão Geraldo	0
3	Real Parque, Jardim Novo Real Parque	0
4	Cidade Universitária, Jardim Alto da Cidade Universitária, Estrada da Rhodia	40
5	Residencial Barão do Café, Residencial Parque Rio das Pedras	10
6	Jardim do Sol, Jardim Aruã	3
7	Chácara Belvedere, Chácara Hollandia, Chácara Santa Margarida, Chácara Vale das Garças, Chácara Leandro	7
8	Solar Campinas, Village Campinas	2
9	Barão Geraldo, Vila Modesto Fernandes	5
10	Jardim América, Jardim Independência, Vila São João, Vila São José	0

11	Vila Santa Isabel, Jardim Novo Barão Geraldo, Jardim José Martins	4
12	Jardim Santa Genebra	3

Os resultados evidenciam a participação dos aquecedores solares nos estratos 4 e 5, onde segundo resultados do censo demográfico do ano 2000, o rendimento médio familiar é mais elevado (Cidade Universitária, no Residencial Rio das Pedras e no Residencial Barão do Café). No estrato 4, todos os aquecedores solares encontram-se na Cidade Universitária. Já no estrato 5, dos 10 aquecedores presentes nestes bairros, 8 pertencem ao Residencial Barão do Café e 2 ao Residencial Parque Rio das Pedras.

Capítulo 6

Análise dos resultados

O presente capítulo apresenta a análise dos resultados do consumo de energia elétrica dos domicílios amostrados. Foram analisados os consumos de energia elétrica, no período compreendido entre janeiro de 1999 e dezembro de 2003 nos domicílios com e sem posse de aquecedor solar de água, para que pudesse ser definido o perfil de consumo destes domicílios.

6.1 Análise dos dados: agrupamento por classes sociais e por posse de aquecedor solar

Com a amostra final dos domicílios definida, 389 domicílios amostrados[28], e através de um programa de procura pelos números de Unidades Consumidoras (UC), da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, obteve-se a UC dos domicílios amostrados. É importante ressaltar que nem todas as UC's dos 389 domicílios amostrados foram encontradas. Conseguiu-se localizar aproximadamente 89% das UC's, equivalente a 344 domicílios do total da amostra.

De posse das UC's utilizou-se um outro programa da CPFL que busca o consumo de energia elétrica nos últimos cinco anos para cada domicílio[29]. Com a coleta efetuada, as

[28] Detalhada no capítulo 5.
[29] A CPFL só dispõe o consumo de no máximo cinco anos atrás.

UC's destes domicílios foram agrupadas por bairros, que, por sua vez, foram classificados por classe social, tendo como base o rendimento médio[30] em salários mínimos. Ao separar os bairros por classes sociais obteve-se as classes A, B e C, equivalentes às classes alta, média alta e média, respectivamente, mostradas na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 Separação dos bairros do Distrito de Barão Geraldo por classes sociais

Classe A (6) CLASSE ALTA	Classe B (4) CLASSE MÉDIA ALTA	Classe C (14) CLASSE MÉDIA
Chácara Belvedere	Vila Modesto Fernandes	Jardim América
Cidade Universitária	Jardim Independência	Barão Geraldo
Residencial Jardim Rio das pedras	Residencial Burato	Chácara Santa Margarida
Jardim do Sol	Jardim Santa Genebra I*	Real Parque
Residencial Barão do Café		Vila São João
Jardim Aruã		Village Campinas
		Jardim Alto da Cidade Universiátia
		Bosque de Barão Geraldo
		Chácara Recreio de Barão
		Residencial Terra Nova
		Vila Santa Isabel
		Chácara Hollandia
		Jardim São Gonçalo
		Chácara Vale das Garças

Fonte: Censo demográfico, 2000.

* Embora pelo rendimento médio domiciliar este bairro esteja classificado como classe B, um exame "in loco" do bairro sugere que o mesmo seja classe A.

Na tabela 6.2 as classes sociais estão apresentadas por faixas de Salário Mínimo (S.M.), de acordo com a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Tabela 6.2 Classes sociais por rendimento médio*

Rendimento Médio	Classes Sociais
Acima de 20 Salários Mínimos	**Classe Alta (A)**
De 10 a 20 Salários Mínimos	**Classe Média Alta (B)**
De 3 a 10 Salários Mínimos	**Classe média (C)**
Abaixo de 3 Salários Mínimos	**Classe média baixa (D e E)**

Fonte: IBGE, 2004.

* Classificação do IBGE, 2004.

[30] O rendimento médio dos bairros do distrito de Barão Geraldo foi obtido através de dados do censo demográfico 2000 (IBGE, 2000).

Após o agrupamento das UC's por classes sociais, elas foram reagrupadas em função da posse ou não do aquecedor solar de água. Durante o reagrupamento observou-se que 36,6% das 344 UC's não apresentavam dados completos do consumo de energia nos últimos cinco anos, ou seja, algumas UC's tinham dados somente de dois, três ou quatro anos atrás. Logo, para dar continuidade ao trabalho, desconsiderou-se as 129 UC's incompletas (Tabela 6.3).

Tabela 6.3 Quantidade de Unidades Consumidoras - UC's analisadas

Quantidade	Inicial	Parcial	Incompleta	Final
UC's	**389**	**344**	**129**	**215***

*** Total de UC's analisadas neste capítulo, incluindo UC's com e sem posse de aquecedor solar de água.**

A Tabela 6.4 apresenta a quantidade de UC's iniciais e finais utilizadas na pesquisa desse trabalho. Nota-se que neste capítulo estão sendo analisados 174 domicílios a menos do que a amostra inicial, calculada no capítulo 5. Logo, os resultados obtidos neste capítulo não se referem à amostra inicial, que foi calculada através de um plano amostral aleatório estratificado no capítulo 5, e sim a aproximadamente 56% da dessa amostra.

Tabela 6.4 Quantidade inicial e final de UC's analisadas

Quantidade	Inicial**	Final
UC's TOTAL	**389**	**215**
UC's sem aq. solar	**315**	**172**
UC's com aq. solar	**74**	**43**

**** Detalhada no capítulo 5 deste trabalho.**

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (2002), as classes de rendimento médio domiciliar do Brasil, estão distribuídas de acordo com a Figura 6.1.

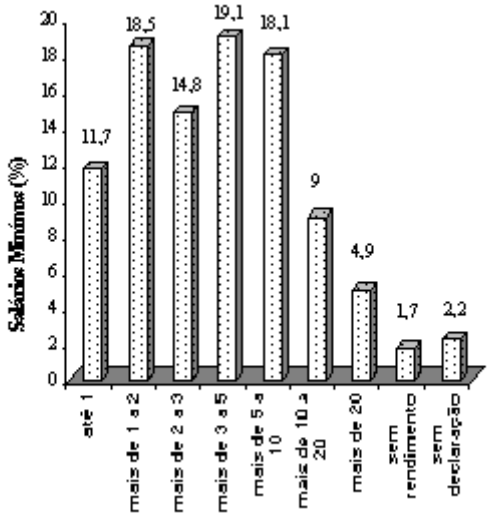


Figura 6.1 Classes sociais por rendimento médio domiciliar – Brasil

Fonte: PNAD, 2002.

A Figura 6.1 mostra que apenas 4,9% dos domicílios brasileiros pertencem à classe alta, 9% a classe média alta e 37,2% a classe média. No caso da pesquisa apresentada, 38,2% (82 domicílios) dos 215 domicílios analisados neste capítulo pertencem a classe alta, 14,4% (31 domicílios) a classe média alta e 47,4% (102 domicílios) a classe média, ou seja, a amostra de domicílios desta análise restringe-se a domicílios de no mínimo classe média.

A Tabela 6.5 apresenta os números quanto à posse ou não de aquecedor solar por classe social. Nota-se que do total da amostra equivalente a 215 domicílios, apenas 43 UC's dos domicílios possuem aquecedor solar, ou seja, 20% deste total.

Tabela 6.5 Quantidade de domicílios com e sem aquecedor solar de água por classe social

UC's	Classe A	Classe B	Classe C	Total
Com Aquecedor Solar	**28**	**2**	**13**	**43**
Sem Aquecedor Solar	**54**	**29**	**89**	**172**
Total de UC's por classe	82	31	102	215

A Tabela 6.6 mostra a quantidade de domicílios com posse de aquecedor solar por bairros, agrupados por classe social. Dos 43 domicílios que estão sendo analisados neste capítulo, 28 se encontram nos bairros classe A (classe alta), com 23 deles no bairro Cidade Universitária.

Tabela 6.6 Quantidade de domicílios com aquecedor solar agrupados por bairros e classe social

Bairros Classe A	Quant. domicílios	Bairros Classe B	Quant. domicílios	Bairros Classe C	Quant. domicílios
Cidade Universitária	23	**Jardim Santa Genebra**	02	**Barão Geraldo**	03
Chácara Belvedere	01	**-**	**-**	**Chácara Santa Margarida**	03
Residencial Rio das Pedras	01	**-**	**-**	**Village Campinas**	01
Jardim do Sol	02	**-**	**-**	**Jardim Alto da Cidade Universitária**	01
Residencial Barão do Café	01	**-**	**-**	**Vila Santa Isabel**	03
-	-	**-**	**-**	**Chácara Hollandia**	01
-	-	**-**	**-**	**Chácara Vale das Garças**	01
Total	28	Total	02	Total	13

A Figura 6.2 mostra graficamente os resultados da Tabela 6.5 em porcentagem.

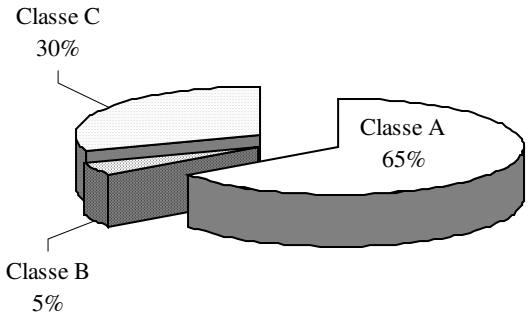


Figura 6.2 Porcentagem de bairros por classe analisados neste capítulo

6.2 Análise do consumo de energia elétrica: período de 1999-2003

Os consumos médio mensal e anual de energia elétrica dos 215 domicílios analisados neste capítulo, por posse de aquecedor solar e por classe social e posse de aquecedor solar, são apresentados nas Tabelas 6.7 e 6.8 respectivamente.

Tabela 6.7 Consumo médio mensal e anual de energia elétrica por posse de aquecedor solar

	Consumo Médio Mensal (kWh)	Consumo Médio Anual (kWh)
Com Aquecedor Solar	**390**	**4676**
Sem Aquecedor Solar	**284**	**3413**

As Figuras 6.3 e 6.4 mostram graficamente os resultados da Tabela 6.7.

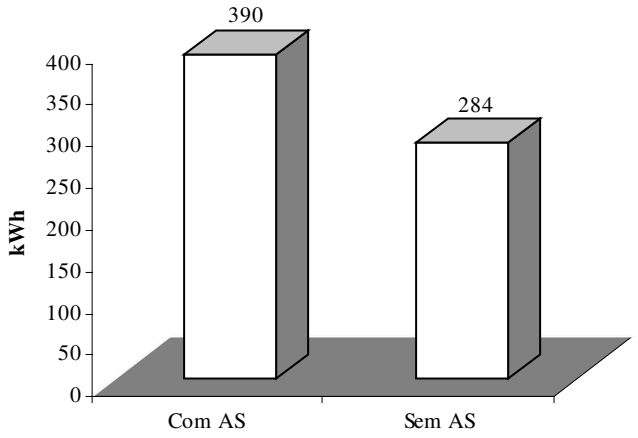


Figura 6.3 Consumo médio mensal dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar

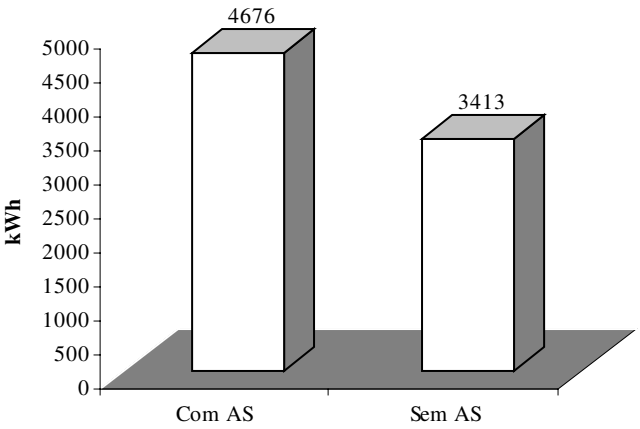


Figura 6.4 Consumo médio anual dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar

Tabela 6.8 Consumo médio mensal e anual de energia elétrica por posse de aquecedor solar e por classe

	Classe A (ALTA)		Classe B (MÉDIA ALTA)		Classe C (MÉDIA)	
	Mensal (kWh)	**Anual (kWh)**	**Mensal (kWh)**	**Anual (kWh)**	**Mensal (kWh)**	**Anual (kWh)**
Com Aquecedor Solar	**429**	**5148**	**551**	**6613**	**280**	**3361**
Sem Aquecedor Solar	**353**	**4236**	**263**	**3151**	**253**	**3039**

As Figuras 6.5 e 6.6 mostram graficamente os resultados da Tabela 6.8.

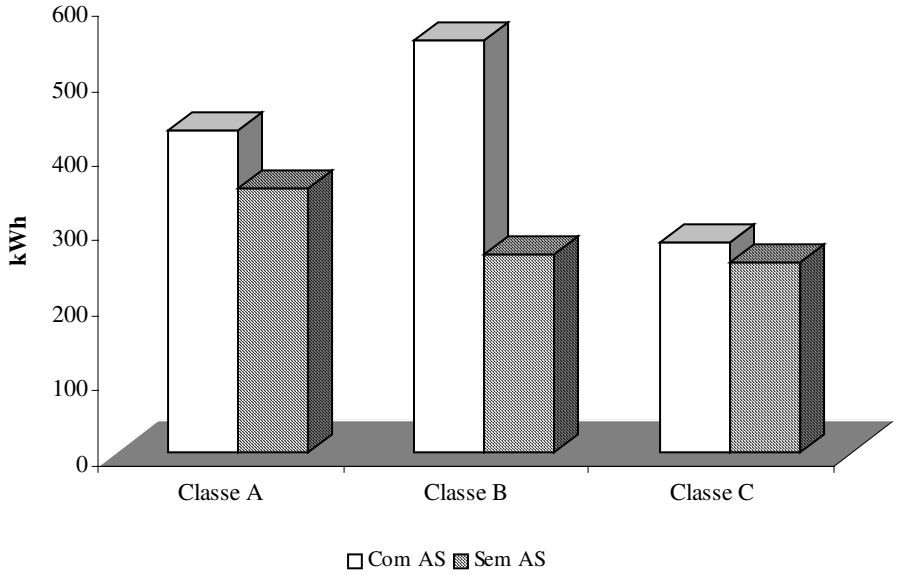


Figura 6.5 Consumo médio mensal de energia elétrica dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2003

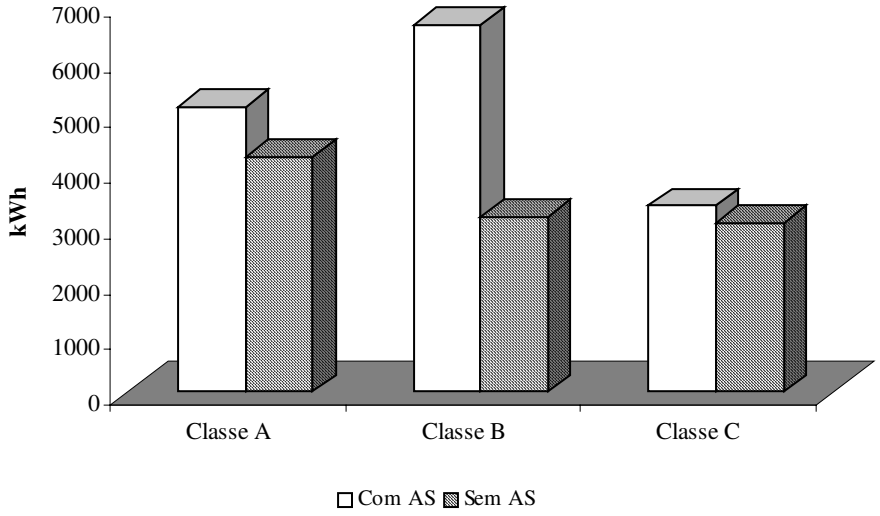


Figura 6.6 Consumo médio anual de energia elétrica dos 215 domicílios por posse de aquecedor solar no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2003

As Figuras 6.3 e 6.4 evidenciam que os domicílios que possuem o aquecedor solar de água estão consumindo mais energia elétrica do que os domicílios sem aquecedor solar.

Ressalta-se que nos questionários aplicados aos consumidores com posse do aquecedor solar (metodologia e resultados mostrados no capítulo 5 deste trabalho), 98,6% dos consumidores amostrados responderam que adquiriram o aquecedor solar visando economizar energia elétrica em seus domicílios e aproximadamente 95% manifestaram satisfação com o uso do aquecedor solar em seus domicílios.

O mesmo acontece nas Figuras 6.5 e 6.6, que mostram o consumo de energia elétrica dos domicílios por classe social, e observa-se que quanto mais elevada a classe social, maior o consumo de energia elétrica nos domicílios sem aquecedor solar. Esperava-se este resultado, pois as famílias pertencentes à classe A têm um padrão de vida mais elevado que a B, que tem padrão de vida mais elevado do que a C.

Ainda nas Figuras 6.5 e 6.6 nota-se que os domicílios com aquecedor solar da classe B apresenta maior consumo de energia elétrica do que a classe A. Isso ocorre devido às UC'S desprezadas[31] por possuírem dados incompletos, mostrados na Tabela 6.4. Para melhor análise dos dados, tornou-se conveniente desprezar a classe B.

6.3 Análise do perfil da amostra: por posse de aquecedor solar e por classe social

Com os resultados mostrados nas Figuras 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6 viu-se a necessidade de se realizar uma análise mais minuciosa do consumo médio de energia elétrica anual por classe social dos domicílios com e sem posse de aquecedor solar, mostrados nas Figuras 6.7 e 6.8.

[31] Ver detalhes no item 6.1.

Figura 6.7 Consumo médio de energia elétrica anual (kWh) dos 43 domicílios com aquecedor solar

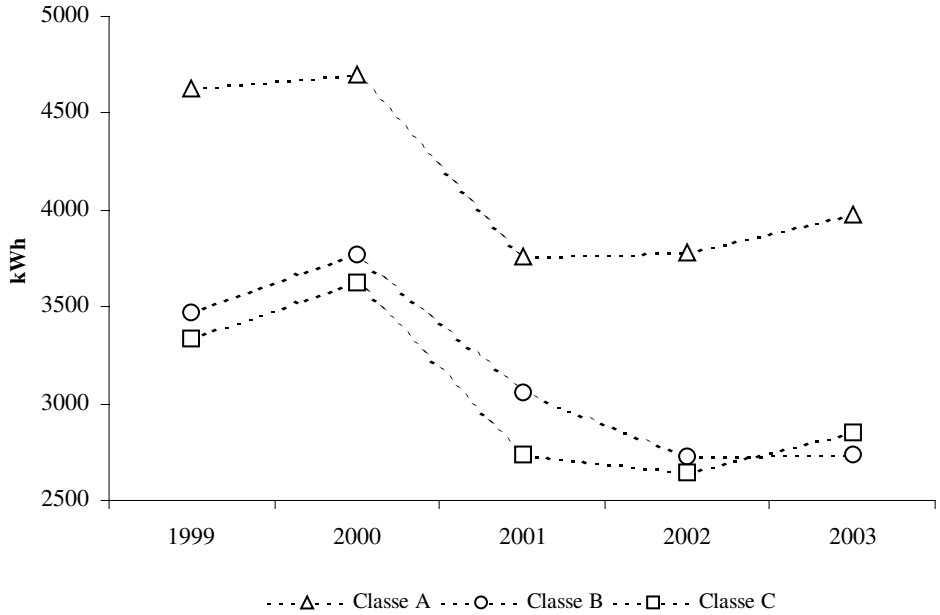


Figura 6.8 Consumo médio de energia elétrica anual (kWh) dos 172 domicílios sem aquecedor solar

Na Figura 6.7 que corresponde ao consumo de energia elétrica dos domicílios com aquecedor solar, fica evidente a redução do consumo de energia elétrica durante o período de racionamento de energia[32], porém, nota-se que na classe B apenas dois domicílios possuem aquecedor solar (mostrada na Figura 6.3), apresentando valores de consumo extremos, com uma

[32] O período do racionamento de energia teve início em junho/2001 e término em março/2002.

diferença no consumo de energia elétrica de 50% de um domicílio para outro, verificando-se uma discrepância do consumo de energia elétrica nesta classe.

Na Figura 6.8 também fica evidente a redução do consumo de energia elétrica nos domicílios sem aquecedor solar em 2001. Além disto, nas Figuras 6.7 e 6.8 observa-se que mesmo após o racionamento ocorrido em 2001, o perfil de consumo dos domicílios mudou quando comparados a 1999 e 2000, ou seja, passado o período do racionamento de energia elétrica os domicílios continuaram consumindo menos energia elétrica. Estes dados mostram que ocorreu mudança no perfil do consumo de energia elétrica do consumidor, com o racionamento.

Observou-se que não é somente o fato de substituir o chuveiro elétrico pelo aquecedor solar que trará benefícios e redução no consumo de energia elétrica. A acomodação do consumidor que acredita estar economizando energia com essa substituição, pode explicar parcialmente o maior consumo de energia elétrica dos domicílios que possuem aquecedor solar. Avaliando o efeito do aumento de eficiência dos equipamentos que utilizam energia elétrica, Jevon (1865) concluiu que havia ocorrido um aumento de consumo. Isso ficou conhecido como o Paradoxo da Eficiência, e a explicação é que sabendo que o equipamento é mais econômico, o consumidor acaba utilizando-o muito mais que anteriormente. No caso dos aquecedores solares que utilizam resistência elétrica automática esse excesso de consumo pode estar sendo suprido pela energia elétrica.

Devido à falta de dados completos (já mencionadas no item 6.2) e ao racionamento de energia ocorrido entre 2001 e 2002, em que os domicílios tiveram que reduzir 20% de suas contas de energia, não foi possível analisar o consumo de energia elétrica dos domicílios antes e depois da aquisição do aquecedor solar de água, como mostra a Tabela 6.9.

Tabela 6.9 Quantidade de UC's pelo tempo de aquisição do aquecedor solar por classe social

Aquisição	Classe A (ALTA)	Classe B (MÉDIA ALTA)	Classe C (MÉDIA)
Até 1 ano	3	0	2
Entre 1 e 2 anos	3	0	1
Entre 2 e 3 anos	2	1	4
Entre 3 e 4 anos	2	0	1
5 anos	4	0	1
Mais de 5 anos	14	1	4
Total	**28**	**02**	**13**

Analisando dois domicílios pertencentes à classe A (classe alta) que possuem aquecedor solar, verifica-se que apesar de terem sido adquiridos há 5 anos e de fazerem parte do mesmo bairro (Cidade Universitária), apresentam perfil de consumo diferentes, principalmente após o período de racionamento, Figura 6.9.

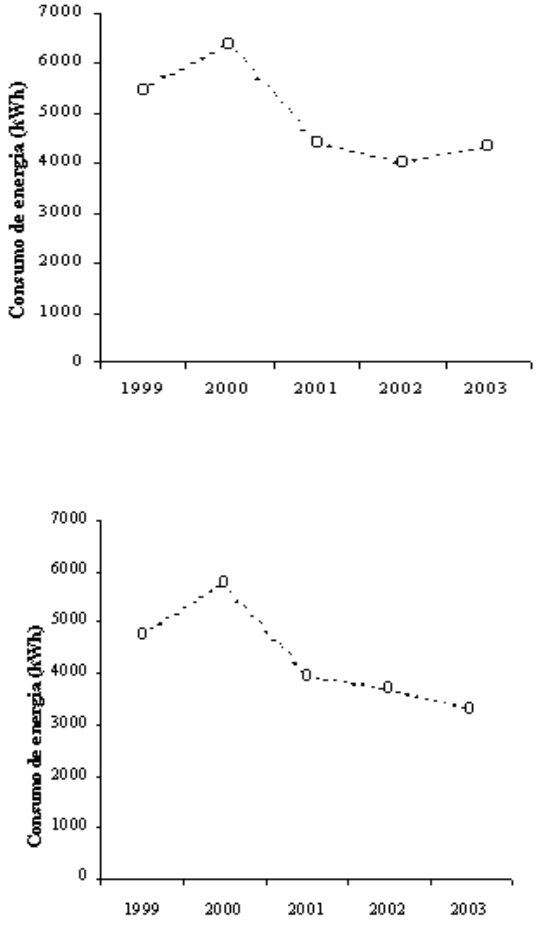


Figura 6.9 Perfil do consumo de energia elétrica anual de dois domicílios pertencentes ao mesmo bairro com aquecedor solar de água

Os resultados nos gráficos da Figura 6.9 mostram que cada domicílio amostrado irá possuir um perfil próprio, onde este perfil estará variando de acordo com:

- Hábitos de consumo dos moradores por domicílio, mesmo em domicílios pertencentes ao mesmo bairro;
- Tamanho da residência (m^2);
- Padrão de vida (relacionado aos hábitos);
- Posse de equipamentos variados;
- Forma de utilização do *boiler*;
- Utilização da água aquecida obtida através do coletor solar em diversos pontos da residência.

De acordo com a Tabela 6.5, apresentada anteriormente, dos 43 domicílios com posse de aquecedor solar analisados neste capítulo, 23 domicílios pertencem ao bairro Cidade Universitária, bairro classe A do distrito de Barão Geraldo. Como o bairro Cidade Universitária apresenta maior quantidade de domicílios com posse de aquecedor solar e com as UC's completas, avalia-se o perfil do consumo médio de energia elétrica desse bairro no período de 1999 a 2003, mostrado na Figura 6.10.

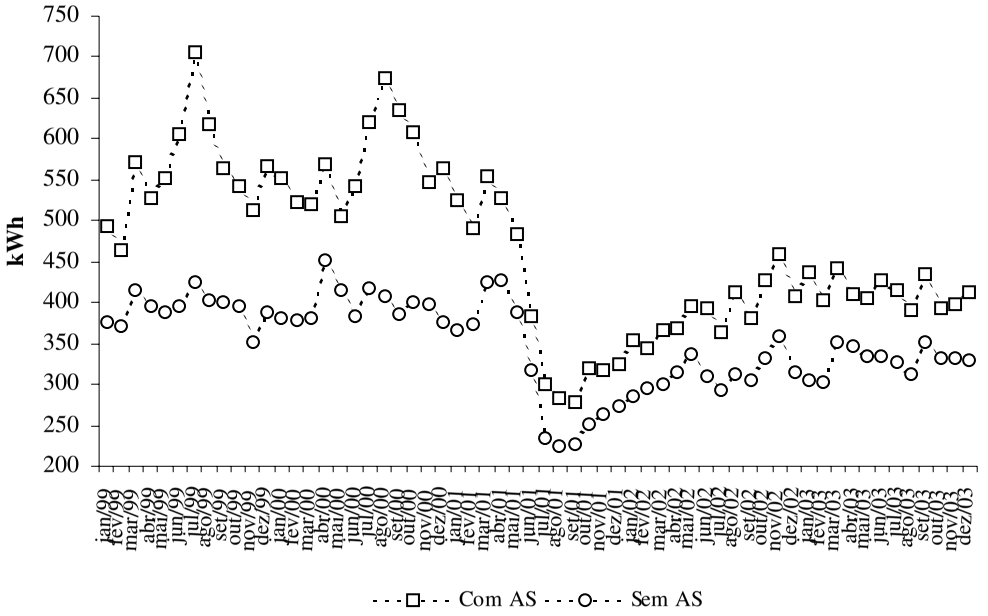


Figura 6.10 Consumo médio de energia elétrica do bairro Cidade Universitária no período de 1999 a 2003 por posse de aquecedor solar

Em seguida, na Figura 6.11, mostra-se o consumo médio de energia elétrica dos 215 domicílios analisados neste capítulo, incluindo todos os bairros da análise (mostrados na Tabela 6.5).

Figura 6.11 Consumo médio de energia elétrica dos 215 domicílios analisados no período de 1999 a 2003 por posse de aquecedor solar

As Figuras 6.10 e 6.11 mostram que embora os domicílios, com posse ou não de aquecedor solar do bairro Cidade Universitária apresentem um consumo médio de energia elétrica mais elevado do que o da amostra total, que corresponde aos 215 domicílios, fica evidente a semelhança dos perfis de consumo dos mesmos antes e após o período de racionamento de energia elétrica.

De acordo com os resultados encontrados, viu-se a necessidade de se elaborar um segundo questionário direcionado aos consumidores[33] com posse de aquecedor solar de água. O questionário elaborado possui quatro perguntas visando complementar o questionário já aplicado no capítulo 5 (Figura 6.12).

LEVANTAMENTO DA INSERÇÃO DE COLETORES SOLARES EM BG - CAMPINAS
Questionário (2) – Consumidor
Data: _____ **Nº do consumidor(amostrado): _____**

Nº UC:_____

POSSUI AQUECEDOR SOLAR
(Já responderam questionário 1)

1. Quantos pontos são abastecidos com água proveniente do Aquecedor Solar?
(a) chuveiro:_____
(b) pia BWC: _____
(c) pia cozinha: _____
(d) banheira: _____
(e) ducha higiênica: _____
(f)outros (especificar): _____

2. Qual o volume do reservatório de água quente? _____

3. Quantos cômodos possuem a residência? (ou) Quantos m^2? _____

4. O aquecimento no reservatório quente é realizado com resistência automática? Manual? _____

Figura 6.12 Questionário(2) Consumidor

Os resultados da aplicação deste questionário mostram que 58% destes domicílios utilizam a água quente do aquecedor solar não somente no chuveiro, mas também nas pias dos banheiros, pia da cozinha e bidês. Os reservatórios térmicos possuem um volume médio de 500 litros por domicílio. Os tamanhos das residências variaram de 150 a 600 metros quadrados de área, e todos os domicílios que usam a resistência elétrica automática do reservatório térmico possuem reservatórios de 500 litros.

[33] Um primeiro questionário foi aplicado aos consumidores no capítulo 5, Figura 5.6.

Capítulo 7

Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos

A carência de dados do cadastro regional é apontada como uma das maiores dificuldades para o desenvolvimento da pesquisa.

Os resultados obtidos através do uso do plano amostral aleatório estratificado mostram que 19% (com margem de erro máximo de ± 5%) dos domicílios do distrito de Barão Geraldo, Campinas-SP, possuem aquecedor solar de água, ou seja, 1.800 domicílios. Dos domicílios que possuem aquecedor solar, 72% estão localizados em bairros classe A, e os bairros Cidade Universitária, Residencial Barão do Café e Residencial Parque Rio das Pedras correspondem a 67% do total. Tal resultado retrata a realidade nacional. Porém, a porcentagem de inserção de aquecedores solares de água no distrito de Barão Geraldo, quando comparado a média nacional, que é estimada em 0,7%, é bastante elevada.

Dos consumidores amostrados que não possuem o aquecedor solar de água, que equivale a aproximadamente 30%, alegam falta de informação ou pouca informação sobre aquecedor solar. Enquanto 25,5% e 21,3%, respectivamente, não possuem o aquecedor solar por falta de interesse e por causa do alto custo do equipamento.

Cerca de 91% dos consumidores que não possuem aquecedor solar em seus domicílios, utilizam o chuveiro elétrico para aquecer água. Os resultados mostram que 40,1% dos consumidores têm em seus domicílios, pelo menos, um chuveiro elétrico. Os consumidores que disseram possuir acima de dois chuveiros elétricos, normalmente não utilizam todos os chuveiros que existem na residência. Os 9% restantes que não utilizam o chuveiro elétrico para aquecer água em suas residências, utilizam aquecedor a gás, aquecedor elétrico ou não aquecem a água.

Constatou-se, também, que 20,3% dos consumidores possuem aquecedor solar em seus domicílios entre 1 e 2 anos ou entre 5 e 10 anos. Observa-se, também, que aproximadamente 21% destes domicílios obtiveram seus aquecedores na época da chamada "crise do apagão", ocorrido em 2001.

Através dos resultados obtidos nos questionários aplicados aos revendedores autorizados pôde-se conhecer melhor o mercado de aquecimento solar de água no município de Campinas-SP, que atende ao distrito de Barão Geraldo. Das 21 empresas revendedoras autorizadas que constam na lista telefônica e em página eletrônica na internet, 5% não trabalham mais no ramo de aquecedor solar, 10% não foi possível localizar devido à mudança de número de telefone ou ninguém atende, 29% alegaram desculpas diversas para não responderem ao questionário e 19% se prontificaram em responder ao questionário, porém não retornaram, ou seja, obteve-se resposta de 37% destas empresas.

O retorno dos questionários aplicados aos fabricantes foi muito satisfatório, pois das nove empresas contatadas, somente duas não retornaram o questionário. Das sete empresas pesquisadas, seis fazem parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, e uma dessas empresas se localiza em Campinas-SP. Os fabricantes alegaram que o item que mais encarece o sistema de aquecimento solar de água é o reservatório térmico. Uma atenção em especial deve ser dada a essa questão, pois quando se procura desenvolver sistemas não convencionais de baixo custo, para obtenção de água através da energia solar, a maior preocupação sempre está voltada à placa coletora, mas o que mais encarece o sistema segundo esses fabricantes, é o reservatório térmico.

Os motivos de insatisfação dos consumidores com seus aquecedores solares estão diretamente ligados à empresa que vendeu os equipamentos, pois os motivos apontados pelos mesmos referem-se à instalação e o dimensionamento incorreto do equipamento.

A análise do consumo de energia elétrica dos domicílios com e sem posse de aquecedor solar revela que os domicílios que possuem o aquecedor solar de água estão consumindo mais energia elétrica do que os domicílios que não possuem o sistema, porém vale ressaltar que apenas a classe A (alta), B (média alta) e C (média) fazem parte da amostra analisada, ou seja, os domicílios com elevado padrão de vida. Embora os resultados apontem para um maior consumo de energia elétrica os consumidores com posse de aquecedor solar de água afirmaram que houve redução. Foi feita uma tentativa de avaliar se esses domicílios consomem mais energia elétrica após a instalação, mas conseguiu-se analisar somente um caso e ele não é significativo.

Não é somente o fato de substituir o chuveiro elétrico pelo aquecedor solar que trará benefícios e redução no consumo de energia elétrica. A acomodação do consumidor que acredita estar economizando energia com essa substituição, pode explicar parcialmente o maior consumo de energia elétrica dos domicílios que possuem aquecedor solar. Avaliando o efeito do aumento de eficiência dos equipamentos que utilizam energia elétrica, Jevon (1865) concluiu que havia ocorrido um aumento de consumo. Isso ficou conhecido como o Paradoxo da Eficiência, e a explicação é que sabendo que o equipamento é mais econômico, o consumidor acaba utilizando-o muito mais que anteriormente. No caso dos aquecedores solares que utilizam resistência elétrica automática esse excesso de consumo pode estar sendo suprido pela energia elétrica.

Através da análise dos gráficos do consumo de energia elétrica no período de janeiro de 1999 a novembro de 2003, observou-se a evidente redução do consumo de energia elétrica nos domicílios sem aquecedor solar em 2001. E mesmo após o racionamento ocorrido em 2001, o perfil de consumo dos domicílios mudou quando comparados a 1999 e 2000, ou seja, passado o período do racionamento de energia elétrica os domicílios continuaram consumindo menos energia elétrica. Estes dados mostram que ocorreu mudança no perfil do consumo de energia elétrica do consumidor, com o racionamento.

Apesar do maior consumo de energia elétrica dos domicílios com posse de aquecedor solar, a contribuição desse consumo para o horário de pico é muito menor que aquela decorrente do chuveiro elétrico, pois a potência da resistência elétrica do "*Boiler"* é em média 2,0 kW, muito abaixo daquela dos chuveiros elétricos que em média é de 4,4 kW.

Recomendações

- Trabalhos futuros nesta área deverão enfatizar a sistematização das informações requeridas para o tipo de avaliação apresentada nessa pesquisa.

- Os resultados de inserção dos aquecedores solares de água, assim como o perfil de consumo de energia elétrica, foram obtidos para o distrito de Barão Geraldo, logo recomenda-se que sejam avaliados e analisados em outras localidades, tanto na região Sudeste como em outras regiões do país.

- Que as concessionárias de energia elétrica procurem conhecer melhor o número de domicílios com aquecedor solar de água.

- A utilização de séries históricas mais longas do consumo de energia elétrica.

Referências Bibliográficas

ABRAVA **Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento.** Disponível em:<http://www.portalabrava.com.br>. Acesso em: dez 2003.

_____ DaSol **Departamento Nacional de Aquecimento de Água.** Disponível em: <http://www.portalabrava.com.br/qaudros2.asp?varlink=setoriais/das.htm&mn=das>. Acesso em: dez 2003.

ACHÃO, Carla da Costa L. **Análise da estrutura de Consumo de Energia pelo Setor Residencial Brasileiro.** (Dissertação de mestrado). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2003. 103p.

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Energia Solar.** Brasília: ANEEL, 2002. 153p.

AQSpP **Água Quente Solar para Portugal**. Disponível em: <http://www.aguaquentesolar.com/aqs/index.asp>.Acesso em: mai 2003.

ASBC **Aquecimento Solar de Baixo Custo.** Disponível em: <http://www.sociedadedosol.com.br>. Acesso em: dez 2003.

BEZERRA, A. M. B. **Aplicações Práticas da Energia Solar: aquecimento de água, fogão, destilador, silo-secador de grãos.** São Paulo: Nobel, 1990.133p.

CANO, W.; BRANDÃO, Carlos A. **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente.** Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2002. p. 95 – 188.

CBIE **Centro Brasileiro de Infra-Estrutura.** Disponível em: <http://www.cbie.com.br/energia/dicas.asp>. Acesso em: mai 2004.

CEF **Caixa Econômica Federal.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/acaixa/corel/asp/fabricantes.asp>. Acesso em: dez 2003.

CEMIG Companhia Energética de Minas Gerais. **Energia Solar para Aquecimento de Água** – Orientação ao usuário. Departamento de utilização de energia, BH, 1990.

CEPAGRI Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura. **Metereologia UNICAMP**. Disponível em:<http://orion.cpa.unicamp.br/portal/index.php>. Acesso em: abr 2004.

CLIMA BRASILEIRO. Disponível em:<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/sudeste.htm>. Acesso em: abr 2004.

COCHRAN, W.G. **Sampling Techniques**. 1977, 3 ed, John Wiley & Sons, New York.

COELBA Concessionária de Energia Elétrica da Bahia. **Programa de energia solar.** Disponível em: <http://www.coelba.com.br/setor_eletrico/energia_alternativa/ener_solar.asp?c=101>. Acesso: abr 2004.

CPFL. **Relatório interno: Aquecedor solar da mineração Jundu**. Campinas: abr 1989. 20 p.

CRESESB **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito.** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/abertura.htm>. Acesso em: dez 2003.

DIOFFO, A. M. **Energia Solar e Desenvolvimento.** In: Seminário Alternativas de Desenvolvimento: Energia solar, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento: São Paulo, SEP, 1976. (Série Documentos, 6).

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracterização do Município de Campinas.** Disponível em: <http://www.faunacps.cnpm.embrapa.br/carac.html>. Acesso em: abr 2004.

EMPLASA. **Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano**. Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br/estatistica_teste/campinas/Energia/Energi002.htm>. Acesso em: abr 2004.

_____Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br/metropoles/rmSaoPaulo/RM_SP_Pib_Total_Per_Cap_2000.htm>. Acesso em: abr 2004.

_____Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br/metropoles/rmSaoPaulo/RM_SP_Part_Perc_2000.htm>. Acesso em: abr 2004.

ENNES, S. W. **Potencial para Utilização da energia solar no Estado de São Paulo**. Relatório à Agencia para Aplicação de Energia, 1985. 166 p.

FANTINELLI, J. T. **Tecnologia Solar de Interesse Social e Baixo Custo para Aquecimento de Água na Moradia.** (Dissertação de Mestrado). Campinas: FEM/UNICAMP, 2002. 180p.

FRAINDENRAICH, Naum. **Tecnologia Solar no Brasil. Os próximos 20 anos.** In: Sustentabilidade na geração e uso de energia no Brasil: os próximos vinte anos. Campinas, SP: UNICAMP, 2002.

GELLER, H. S. **Revolução energética: políticas para um futuro sustentável.** tradução Maria Vidal Barbosa. – Rio de Janeiro: Relume Dumaré: USAid, 2003.

GREEN **Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica.** Disponível em: <http://www.green.pucminas.br/contagem.htm>. Acesso em: set 2003.

IAC Instituto Agronômico de Campinas. Nov 2003.

IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: abr 2004.

_____ PNAD (2002) **Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: abr 2004.

INMETRO **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/ptetab12.asp>. Acesso em: nov 2003.

_____ Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>. Acesso em: nov 2003.

_____ Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/PBE_12_Edo2_04%20.pdf>. Acesso em: nov 2003.

JANNUZZI, Gilberto de M. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil.** Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/Artigos/id34.htm>. Acesso em: ago 2003.

JEVON, W. S. Disponível em: <http://www.abelard.org/briefings/energy-economics.asp>. Acesso em: Jul 2204.

MACDOWELL, A. M. A. **Programas do Governo em Energia Solar.** In: Seminário Alternativas de Desenvolvimento: Energia solar, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento: São Paulo, SEP, 1976. (Série Documentos, 6).

McVEIGH, J. C. **Sun Power – An introduction to the applications of solar energy.** Brighton Polytechnic, England, 1977. 208p.

MESQUITA, L. C. S. **Panorama atual da utilização de aquecimento solar.** In: Fontes Não-convencional de Energia: As tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa, 2 ed, Florianópolis: Ed da UFSC, 1999. p 29-44.

MESQUITA, L. C. S. et al. **Solar water heating for social housing projects in Brazil: The Sapucaias case.** In: SESCI 2003 CONFERENCE, Kingston, Ontario, Canada, Queen's University, August, 2003.

MME Ministério de Minas e Energia**. Balanço Energético Nacional 2003**. Brasília: MME. jun 2004.

NEPET **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica**. Centro de tecnológico – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.emc.ufsc.br/~nepet/Artigos/Texto/Cons_en.htm>. Acesso em: abr 2004.

OLIVA, G. A.; BORGES, T. P. F. **Teste de Campo Piloto com Pré-Aquecedor Solar de Água para Chuveiros Elétricos de Potência Reduzida. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA – II SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE ENERGIA.** Rio de Janeiro, 22 a 25 de outubro de 1996.

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar e Fontes Alternativas**, 1981. 357p.

PEREIRA, E. M .D. et al. **Energia Solar Térmica.** In: Fontes Renováveis de Energia do Brasil. Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003. p. 239 – 279.

PEREIRA, E. M. D.; MESQUITA, L. C. S. **O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares Planos.** 2003.

PEREIRA, Elizabeth M. D. **Aquecimento solar: vantagens e desafios da tecnologia.** Palestra, Unicamp – 19 maio 2004.

PEREIRA, Elizabeth M. D. **Comunicação pessoal.** PUC-Minas/GREEN Solar, 31 outubro 2003, 09:30h – 11:30h.

PEREIRA, Elizabeth M. D. **Comunicação pessoal.** UNICAMP, 19 maio 2004, 14h – 16h.

PEREIRA, E. M. D. **Energia solar térmica: instalações solares de pequeno porte.** Belo Horizonte: PUC Minas 2002. 96p.

PIMENTEL, G. et al. **Atitudes do consumidor brasileiro quanto a conservação de energia elétrica.** In: Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, XV, 1999.

PORTO, Luiz Carlos. **Comunicação pessoal.** Mineração Jundu, 13 julho 2004, 15h.

PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e de Hábitos de Consumo**, vol 1 (Brasil por regiões), 1989.

_____ Projeto: **Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo.** Concessionárias/PUC-Rio, 1996.

_____ **Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo.** CPFL/PROCEL/PUC-Rio (relatório básico), novembro 1997.

_____ Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. **CPFL (relatório básico).** PROCEL, PUC-Rio e Eletrobrás, novembro 1997, 88p.

_____ Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. **CESP (relatório básico).** PROCEL, PUC-Rio e Eletrobrás, 1997.

_____ Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. **CERJ (relatório básico).** PROCEL, PUC-Rio e Eletrobrás, 1997.

_____ Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. **LIGHT (relatório básico).** PROCEL, PUC-Rio e Eletrobrás, 1999.

_____ Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. **CEMIG (relatório básico).** PROCEL, PUC-Rio e Eletrobrás, 2000.

_____ **O Setor residencial.** Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/main_3_7_3.html>. Acesso em: mar 2003.

REW Renewable Energy World. **Israel - A practical and legislative model.** March-April, 2000, vol.3, n. 2, p. 92-99.

_____ **Florida Project – Strainghtforward solar hot water systems.** January1999, vol. 2, n. 1, January, 1999.

RIBEIRO, Rita. **Barão Geraldo: História e Evolução.** 2 ed. Ver. Ampl. Campinas, SP: Ed. do Autor, 2003, 104p.

SABADY, P. R. The Solar Energy – **A guide to solar energy utilization in domestic, industrial and commercial building.** London, 1978. 115p.

SALCEDO, M. V. Y. **Metodologia para estimativa do potencial de conservação de energia elétrica residencial pelo uso de coletores solares planos em uma região e sua aplicação na cidade de Campinas.** (Dissertação de Mestrado). Campinas: FEM/UNICAMP, 1996. 67p.

SEPLAN Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. **Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo.** Prefeitura Municipal de Campinas, Junho 1996.

_____ **Sumário de dados demográficos do Município de Campinas.** 1998. Disponível em:<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/index.htm>. Acesso em: mar 2004.

_____ **Sumário de dados da Região Metropolitana de Campinas**. Campinas e Região Metropolitana, 2000. Disponível em:<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/index.htm>. Acesso em: mar 2004.

SOLETROL. Disponível em: <http://www.soletrol.com.br>. Acesso em: nov 2003.

SOUZA, L. G. **Viabilidades térmica, econômica e de materiais da utilização de tubos de PVC como elementos absorvedores em coletores de um sistema de aquecimento de água por energia solar.** (Tese de Doutorado). Natal: UFRN, 2002. 154p.

STREB, Cleci Schalemberger. **A coleta informal de lixo no município de Campinas – SP: uma análise na perspectiva das questões energéticas e da qualidade de vida**. (Dissertação de Mestrado). Campinas: FEM/UNICAMP, 2001. 85p.

TÔRRES, C. da Câmara. **Aproveitamento da Energia Solar no Nordeste Brasileiro.** In: Seminário Alternativas de Desenvolvimento: Energia solar, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento: São Paulo, SEP, 1976. (Série Documentos, 6).

TRANSEN Aquecedor Solar. **Manual de Aquecimento solar.** São Paulo: 2002. 43p.

WERNECK, R. L. F. **Privatização do setor elétrico: especificidades do caso brasileiro.** Rio de Janeiro: 1997.

WOELZ, A. T. **Aquecedor solar de baixo custo (ASBC): Uma alternativa custo-efetiva.** In: AGRENER 2002. 4º Encontro de Energia no Meio Rural. Campinas/SP: UNICAMP, 2002.

WOELZ, Augustin. T. **Comunicação pessoal (correio eletrônico)**, 21 junho 2004.